

# 核技术利用建设项目

中广核达胜加速器技术有限公司

新增 1.0MeV 和 0.5MeV 加速器生产、销售、使用  
及销售、使用无损探伤仪及加速器项目

环境影响报告表

中广核达胜加速器技术有限公司

2018 年 11 月

环境保护部监制

# 核技术利用建设项目

中广核达胜加速器技术有限公司

新增 1.0MeV 和 0.5MeV 加速器生产、销售、使用  
及销售、使用无损探伤仪及加速器项目

环境影响报告表

建设单位名称：中广核达胜加速器技术有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江苏省苏州市吴江区黎里镇北厍社区厍西路

邮政编码：215214

联系人：叶晓军

电子邮箱：yexiaojun@cgndasheng.com 联系电话：18351729987

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增 1.0MeV 和 0.5MeV 加速器生产、销售、使用及销售、使用无损探伤仪及加速器项目			
建设单位		中广核达胜加速器技术有限公司			
法人代表	林乃杰	联系人	叶晓军	联系电话	18351729987
注册地址		江苏省苏州市吴江区黎里镇北库社区库西路			
项目建设地点		江苏省苏州市吴江区黎里镇北库社区库西路			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资(万元)		500	项目环保投资(万元)	169	投资比例(环保投资/总投资)
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积(m <sup>2</sup> )	250
应用类型	放射源	销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		销售	/		
	射线装置	使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		生产	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		销售	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他		/			
<p>1. 项目概述</p> <p>中广核达胜加速器技术有限公司(以下简称中广核达胜)原名江苏达胜加速器制造有限公司(以下简称江苏达胜),是一家从事 II 类射线装置研发、生产、销售的企业,同时也使用自产的加速器开展辐照加工项目。为了适应市场需求,企业计划研发、制造 0.5MeV 和 1.0MeV 自屏蔽的加速器,用于销售,同时计划在辐照 C 区使用 1 台自产 PBT0.5 加速器用于辐照生产。</p> <p>同时,中广核达胜代理销售中广核中科海维科技发展有限公司(以下简称中科海维)生产的 DZ9.0MeV 无损检测电子加速器、DD5.0MeV 和 DZ10.0MeV 工业电子加速器。中广核达胜作为老牌的加速器生产企业,具有独立、完善的技术服务能力,在销售中科海维的设备时全权负责设备安装、调试等事宜。中广核达胜销售中科海维射线装置时,一般由中科海维直接发货至购买方地址。</p>					

表 1-1 中广核达胜加速器技术有限公司核技术利用情况一览表（本项目）

序号	射线装置名称	数量	最高能量	功率/剂量率/流强	射线装置类别	工作场所名称	活动种类
1	PBT0.5	1 台	0.5MeV	60mA	II 类	辐照 C 区	使用
2	PBT0.5	10 台/a	0.5MeV	60~150mA	II 类	6#、7# 生产车间	生产、销售、使用
3	PBT1.0	10 台/a	1.0MeV	80mA	II 类	6#、7# 生产车间	生产、销售、使用
4	DZ9.0MeV 无损探伤加速器	15 台/a	9.0MeV	30Gy/min@1m	II 类	/	销售、使用
5	DD5.0MeV 电子加速器	6 台/a	5MeV	30mA	II 类	/	销售、使用
6	DZ10.0MeV 工业辐照加速器	15 台/a	10MeV	10mA	II 类	/	销售、使用

受建设单位委托，本次评价针对中广核达胜加速器技术有限公司新增 1.0MeV 和 0.5MeV 加速器生产、使用、销售及销售中广核海维科技发展有限公司 20kV~15MeV 射线装置项目进行环境影响评价。根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，苏州热工研究院有限公司（国环评证甲字第 1904 号）承担了上述项目的环境影响评价工作。通过资料调研、项目工程分析，并在结合现场勘察和监测（委托苏州热工研究院有限公司环境检测中心）等工作的基础上，编制了本项目环境影响报告表。

## 2. 项目周围环境

中广核达胜加速器技术有限公司厂址位于江苏省苏州市吴江区黎里镇北厍社区厍西路，项目地理位置见附图 1。

本项目 1.0MeV 和 0.5MeV 自屏蔽加速器生产场所位于 6#、7#生产车间，0.5MeV 自屏蔽加速器使用场所位于辐照 C 区南侧，这几个区域在厂区内的位置见附图 2 厂区平面布置图。中广核达胜销售中科海维射线装置时一般直接从中科海维直接发货，不设专用库房。

本项目附近的厂界西侧隔厍西路为奥开包装、三棱公司、富荣鞋业、富龙鞋业、东新鞋厂等企业，东侧为元鹤荡，南侧为中广核达胜厂区内的其他厂房，具体情况见附图 3。

本项目 7#生产车间生产区和辐照 C 区自屏蔽加速器使用区域周围 50m 范围均位于企业厂区内，6#生产车间的生产区域西侧 50m 部分涉及厂外道路（库西路）。因此本项目周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目环境保护目标主要是加速器辐射工作人员、厂区内其他工作人员。

### 3、原有核技术利用项目许可情况

中广核达胜现有 16 台辐照用工业电子加速器和 5 个用于加速器生产调试的场所，同时还有 1 枚 V 类 Cs-137 源，活度  $3.7 \times 10^5 \text{Bq}$ 。这些项目均取得了辐射安全许可证（苏环辐证[E0906]），并通过环保验收。

表 1-2 企业现有核技术项目利用情况（射线装置）

序号	装置名称	规格型号	场所	使用情况	验收批文及时间
1	1.5MeV 电子加速器	DD-1.5/60	辐照 C 区	使用	苏环辐验[2012]E015 号，2012 年 2 月 27 日
2	2.5MeV 电子加速器	DD-2.5/40	辐照 C 区	使用	苏环辐验[2012]E015 号，2012 年 2 月 27 日
3	2.0MeV 电子加速器	DD-2.0/40	辐照 C 区	使用	苏环辐验[2012]E015 号，2012 年 2 月 27 日
4	2.0MeV 电子加速器	DD-2.0/40	辐照 B 区	使用	苏环辐验[2010]E266 号，2010 年 12 月 16 日
5	1.5MeV 电子加速器	DD-1.5/60	辐照 B 区	使用	苏环辐验[2010]E266 号，2010 年 12 月 16 日
6	4.5MeV 电子加速器	DD-4.5/25	辐照 A 区	使用	苏环辐验[2012]E015 号，2012 年 2 月 27 日
7	3.0MeV 电子加速器	DD-3.0/30	辐照 A 区	使用	无验收批文号，验收组验收时间 2005 年 5 月 18 日
8	2.0MeV 电子加速器	DD-2.0/50	辐照 A 区	使用	苏环核验[2013]005 号，2013 年 3 月 4 日
9	2.5MeV 电子加速器	DD-2.5/30	辐照 E 区	使用	苏环核验[2013]005 号，2013 年 3 月 4 日
10	2.5MeV 电子加速器	DD-2.5/30	辐照 E 区	使用	苏环核验[2013]005 号，2013 年 3 月 4 日
11	2.0MeV 电子加速器	DD-2.0/40	辐照 D 区	使用	苏环核验[2013]005 号，2013 年 3 月 4 日
12	3.0MeV 电子加速器	DD-3.0/30	辐照 D 区	使用	苏环核验[2013]005 号，2013 年 3 月 4 日
13	0~1.5MeV 电子加速器	DD-1.5/65	4 号调试坑	生产、销售	苏环核验[2013]005 号，2013 年 3 月 4 日
14	10.0MeV 电子加速器	TT200	RC 应用中心	使用	苏环核验[2012]003 号，2012 年 3 月 5 日

15	0~3.0MeV 电子加速器	DD-3.0/30	2号调 试坑	生产、销售	苏环核验[2012]003号， 2012年3月5日
16	0~5.0MeV 电子加速器	DD-5.0/40	3号调 试坑	生产、销售	苏环核验[2012]003号， 2012年3月5日
17	0~3.0MeV 电子加速器	DD-3.0/30	1号调 试坑	生产、销售	苏环核验[2008]145号， 2008年12月20日
18	2.5MeV电 子加速器	DD-2.5/40	辐照A 区	使用	苏环核验[2015]E018号， 2015年4月21日
19	2.0MeV电 子加速器	DD-2.0/50	辐照B 区	使用	苏环核验[2015]E018号， 2015年4月21日
20	2.0MeV电 子加速器	DD-2.0/50	辐照B 区	使用	苏环核验[2015]E018号， 2015年4月21日
21	0~2.5MeV 电子加速器	DD-2.5/40	5号调 试坑	生产、销售	苏环核验[2015]E018号， 2015年4月21日

表 1-3 企业现有核技术项目利用情况（放射源）

放射源 名称	数 量	单枚放射性 活度（Bq）	放射源 类别	工作场 所名称	环保手续情况
Cs-137	1	$3.7 \times 10^5 \text{Bq}$	V	RC应 用中心	2010年10月20日取得环评批复 （苏环辐（表）审[2010]281号）， 已申领辐射安全许可证

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大操 作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与 地点
本项目不涉及										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	工业电子加 速器	II	1	PBT0.5	电子	0.5MeV	60mA	工业辐照	辐照 C 区	使用
2	工业电子加 速器	II	10 台/ 年	PBT0.5	电子	0.5MeV	60~150mA	工业辐照	6#、7#生产 车间	生产、销 售、使用
3	工业电子加 速器	II	10 台/ 年	PBT1.0	电子	1.0MeV	80mA	工业辐照	6#、7#生产 车间	生产、销 售、使用

4	无损探伤加速器	II	15 台/a	DZ9.0MeV	电子	9.0MeV	30Gy/min@1m	工业探伤	/	销售、使用
5	电子加速器	II	6 台/a	DD5.0MeV	电子	5MeV	30mA	工业辐照	/	销售、使用
6	工业辐照加速器	II	15 台/a	DZ10.0MeV	电子	10MeV	10mA	工业辐照	/	销售、使用

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	无损探伤仪	II	3 台/a	20~300kV	300kV	15mA	工业探伤	/	销售、使用
2	无损探伤仪	II	3 台/a	120~450kV	450kV	10mA	工业探伤	/	销售、使用
3	无损探伤仪	II	5 台/a	320~600kV	600kV	3.3mA	工业探伤	/	销售、使用
4	无损探伤仪	II	4 台/a	450~800kV	800kV	2.5mA	工业探伤	/	销售、使用

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 ( $\mu$ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及													



表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	/	自然通风排入大气环境	臭氧 50 分钟后自动分解
活化气体	气态	<sup>11</sup> C、 <sup>13</sup> N、 <sup>41</sup> Ar 等	很低	少量	少量	极低	不暂存	大气
活化冷却水	液态	<sup>11</sup> C、 <sup>13</sup> N、 <sup>15</sup> O	很低	少量	少量	极低	需更换冷却水时在事故水池暂存	衰变至豁免后接管污水处理厂
废靶	固体	<sup>60</sup> Co 等	单个活度约 3.7E+08Bq (10mCi)	不排入环境	不排入环境	不排入环境	本项目销售、调试阶段不产生	购买单位定期送交放射性固体废物处置单位处置

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p style="text-align: center;">法规文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订), 2015 年 1 月 1 日;</li> <li>2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(修正), 2016 年 9 月 1 日起施行;</li> <li>3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003 年 10 月 1 日起实施;</li> <li>4) 《建设项目环境保护管理条例》, 国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起实施;</li> <li>5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, 国务院第 449 号, 自 2005 年 12 月 1 日起实行, 国务院令 653 号修订, 2014 年 7 月 29 日;</li> <li>6) 《江苏省辐射污染防治条例》(修正), 江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第 2 号公告修正, 2018 年 3 月 28 日通过, 自 2018 年 5 月 1 日起施行;</li> <li>7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环保部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起实施;</li> <li>8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2017 年修正), 环境保护部令第 47 号, 自 2017 年 12 月 20 日起施行;</li> <li>9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2018 年修改版), 生态环境部令第 1 号, 自 2018 年 4 月 28 日起实行;</li> <li>10) 关于发布《射线装置分类》办法的公告, 国家环保部、国家卫生和计划生育委员会, 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日;</li> <li>11) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》, 环发(2006)145 号, 2006 年 9 月 26 日;</li> </ol>
<p style="text-align: center;">技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 技术导则和规范             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ2.1-2016);</li> <li>(2) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ/T 10.1-2016);</li> <li>(3) 《辐射环境检测技术规范》(HJ/T61-2001);</li> <li>(4) 《环境地表 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测定规范》(GB/T4583-1993)。</li> </ol> </li> </ol>

其他	<p><b>与本项目有关的文件</b></p> <p>附件一：环评委托书；</p> <p>附件二：射线装置使用承诺书；</p> <p>附件三：达胜新增加速器生产、使用区域电离辐射环境本底检测报告，苏州热工研究院有限公司环境检测中心，2018年5月21日；</p> <p>附件四：辐射安全与环境保护管理机构；</p> <p>附件五：辐射安全许可证、已有环保验收及备案文件；</p> <p>附件六：公司辐射工作人员个人剂量检测报告；</p> <p>附件七：辐射工作安全责任书。</p> <p>附件八：专家意见及修改一览表</p>
----	--

表 7 保护目标与评价标准

**评价范围**

本项目为生产、使用、销售 II 类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，本项目评价范围为使用、调试区域围栏外 50m 的范围。

**保护目标**

本项目自屏蔽加速器生产区域位于 6#和 7#生产车间内，周围主要为公司车间、道路等设施、7 号车间的南侧有车间内的办公室，本项目使用 0.5MeV 加速器的区域位于辐照 C 区南侧，周围也主要为公司车间、厂内道路等设施，本项目周围 50m 范围内没有居民点、学校等敏感点。本项目销售人员现场调试中科海维加速器时，本报告考虑保护目标为现场调试人员（本公司），现场其他人员由设备使用单位作为需要保护的目標进行评价。

本项目对环境的影响主要是加速器开机时对周围环境产生的辐射影响，辐射工作人员、公司内其他工作人员均是需要关注的对象。环境保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 本项目周围环境保护目标分布一览表

名称	方位	最小距离	主要保护目标及与本项目的关系
自屏蔽加速器生产区域及 0.5MeV 自屏蔽加速器使用区域	四周相邻	0.3m	辐射操作人员（职业人员）
	四周相邻	1m	公司其他工作人员（公众）
7#车间办公室	南侧	11m	公司其他工作人员（公众）

**评价标准**

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

	剂量限值
职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ① 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯平均），20mSv； ② 任何一年中有效剂量，50mSv。
公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估算不应超过下述限值：

①年有效剂量，1mSv；特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1 mSv，则某个单一年份的有效剂量可提高到5 mSv。

(2) 《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)

2.8 从事加速器工作的全体放射性工作人员，年人均剂量当量应低于 5mSv (0.5rem)。

2.10 加速器产生的杂散辐射、放射性气体和放射性废水等，对关键居民组中的个人造成的有效剂量当量应低于每年 0.1mSv (10mrem)。

### 3.2 辐射屏蔽

3.2.1 加速器的屏蔽体厚度必须根据加速粒子的种类、能量和束流强度以及靶材料等综合考虑；按其可能的最大辐射输出进行设计。

3.2.2 加速器的屏蔽体厚度还应根据相邻区域的类型及其人口数确定，使其群体的集体剂量当量保持在可以合理做到的尽可能低的水平。并必须保证个人所接受的剂量当量不得超过相应的剂量当量限值。

### 3.3 辐射安全系统

3.3.1 决定加速器产生辐射的主要控制系统应该用开关钥匙控制。

3.3.2 加速器厅、靶厅的门均需安装联锁装置，只有门关闭后才能产生辐射。

3.3.3 在加速器厅、靶厅内人员容易到达的地点，应安装紧急停机或紧急断束开关，并且这种开关应当有醒目的标志。

3.3.4 在加速器厅、靶厅内人员容易看到的地方须安装闪光式或旋转式红色警告灯及音响警告装置；在通往辐射区的走廊，出入口和控制台上须安装工作状态指示灯。

3.3.5 在高辐射区和辐射区，应该安装遥控辐射监测系统。该系统的数字显示装置应安装在控制台上或监测位置。当辐射超过预定水平时，该系统的音响和（或）灯光警告装置应当发出警告信号。

3.3.6 每台加速器必须根据其特点配备其他辐射监测装置，如个人剂量计，可携式监测仪、气体监测仪等。

3.3.7 辐射安全系统的部件质量要好，安装必须坚实可靠。系统的组件应耐辐射损伤。

### 3.4 通风系统

3.4.1 为排放有毒气体（如臭氧）和气载放射性物质，加速器设施内必须设有通风装置。

3.4.2 通风系统的排风速率应根据可能产生的有害气体的数量和工作需要而定。通风系统的进气口应避免受到排出气体的污染。

3.4.3 通风管道通过屏蔽体时，必须采取措施，保证不得明显地减弱屏蔽体的屏蔽效果。

### (3) 《γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）

#### 3.2 电子束辐照装置

按人员可接近辐照装置的情况分为：

I 类配有联锁装置的整体屏蔽装置，运行期间人员实际上不可能接近这种装置的辐射源部件（见附录 A 图 A.5）。

II 类安装在屏蔽室（辐照室）内的辐照装置，运行期间借助于入口控制系统防止人员进入辐照室（见附录 A 图 A.6）。

（注：本项目使用的电子加速器属 I 类电子束辐照装置）

#### 5.1.3 I、III 类 γ 射线和 I 类电子束辐照装置外部的辐射水平检测

沿整个辐照装置表面测量距表面 5cm 处的空气比释动能率，应特别注意装源口样品入口等可能的薄弱部位的测量。

测量结果一般应不大于 2.5μGy/h。

### (4) 《辐射加工用电子加速器工程通用规范》中（GB/T 25306-2010）

#### 8.1.3 辐射防护安全要求

辐射防护安全要求如下：

a) 辐射屏蔽材料采用混凝土时，其强度等级应高于 C20，密度不应低于 2.35g/cm<sup>3</sup>；

b) 屏蔽结构及预埋件应满足设备供应商提供的土建工艺指导数据；

c) 监督区的辐射剂量水平应符合 GB/18871-2002 和 GB/5172-1985 中的职业照射剂量限值要求；在工程设计时辐射防护设计的剂量规定为：职业照射个人年有效剂量限值为 5 mSv；公众成员个人年有效剂量限值为 0.1mSv；

d) 控制区必须设有功能齐全、性能可靠的安全联锁系统和监控、紧急停机开关等设置;

e) 控制区和监督区及其入口处应设置显示电子加速器装置运行状态的灯光信号和其他警示标志。

f) 剂量监测设备、个人剂量计等应配置齐备;

g) 其他物理因素安全要求应满足 GBZ 2.2-2007 规定的标准要求 (见附录 C); 按照 GBZ 2.1-2007 规定, 有害气体的职业接触限值, 臭氧最高容许浓度:  $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。”

#### (5) 辐射剂量管理限值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985) 以及《辐射加工用电子加速器工程通用规范》中 (GB/T 25306-2010), 确定本项目的管理目标为: 职业人员年有效剂量不超过  $5\text{mSv}$ , 公众年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ 。

(6) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》, 《辐射防护》1993 年 3 月第 13 卷第 2 期。

江苏省天然贯穿辐射水平调查结果\* (单位:  $\text{nGy}/\text{h}$ )

	室外剂量率	室内剂量率
范围	62.6~ 101.9	77.2~ 152.4
均值	79.5	115.1
标准差 S	7.0	16.3
均值 $\pm 3S$	$79.5 \pm 21.0$ (58.5~100.5)	$115.1 \pm 48.9$ (66.2~164)

\*: 结果含宇宙射线电离成分所致 (空气吸收) 剂量率。

本报告取江苏省天然贯穿辐射水平调查结果中的“均值 $\pm 3$ 倍标准差”为其评价参考范围, 即室外贯穿辐射水平参考范围取  $(79.5 \pm 21.0) \text{nGy}/\text{h}$ , 室内贯穿辐射水平参考范围取  $(115.1 \pm 48.9) \text{nGy}/\text{h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

本项目为使用工业电子加速器对高分子有机薄膜进行辐照交联以及生产、使用和销售工业辐照用电子加速器，根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染物为 X 射线电离辐射污染，项目在进行现状调查时，主要调查本项目加速器所在区域的贯穿辐射水平。2018 年 5 月 2 日企业委托苏州热工研究院有限公司环境检测中心对中广核达胜加速器技术有限公司拟开展加速器辐照区域及生产区域进行环境辐射现状检测。

### 1.环境监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子：空气中 X- $\gamma$  剂量率。

### 2.监测方案

环境检测中心于 2018 年 5 月 8 日赴中广核达胜拟调试/使用加速器区域现场开展本底检测工作，检测采用 FH40G+（672E-10）便携式环境 X- $\gamma$  剂量率仪，仪器在有效检定日期内（2018 年 3 月 6 日~2019 年 3 月 5 日）。检测点位布设见图 8-1 中所示。

按照《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》（GB/T4583-1993）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中的要求进行，监测时仪器探头水平距离地面 1m，每组读 10 个数据，读数间隔 10s。在使用、调试区域进行布点，共计布点 21 个。

### 3.质量保证措施

- ①委托的检测机构已通过计量认证，具备有相应的检测资质和检测能力；
- ②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；
- ③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定合格，并在检定有效期内；
- ④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核，并取得检测上岗证；

### 4 环境现状监测结果及评价

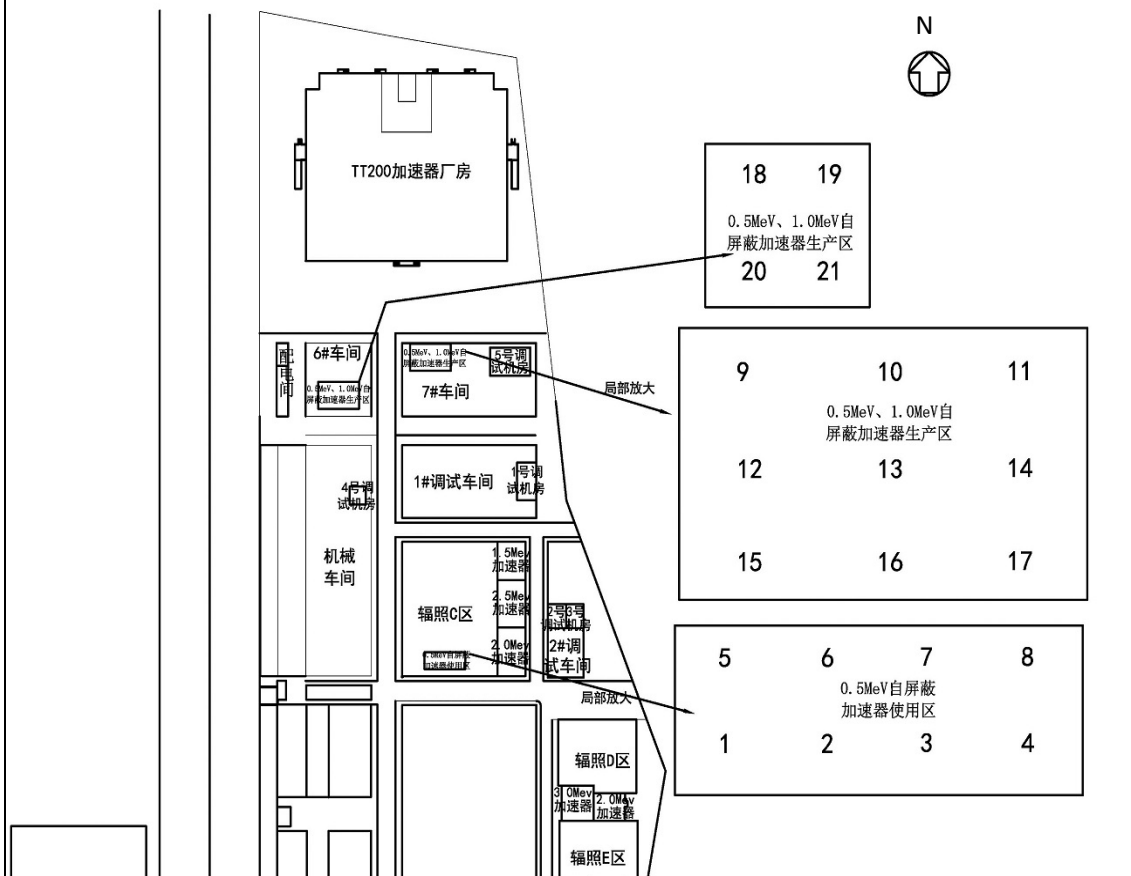
加速器所在区域环境辐射现状监测结果见表 8-1，详细监测报告见附件三，现场检测期间检测区域附近未有加速器开机运行。

表 8-1 辐射工作场所境辐射现状检测结果（未扣宇响）

检测点序号	辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	检测对象
1~8	0.156~0.173	自屏蔽加速器使用区
9~17	0.107~0.146	7#车间自屏蔽加速器调试区
18~21	0.108~0.143	6#车间自屏蔽加速器调试区



检测结果表明：中广核达胜加速器技术有限公司拟使用 0.5MeV 自屏蔽加速器的区域环境 X-γ 辐射剂量率在 (0.156~0.173) μSv/h 范围，6#、7#车间拟开展自屏蔽加速器生产区域的环境 X-γ 辐射剂量率在 (0.107~0.146) μSv/h 范围，部分点位基本处于江苏省放射性环境本底水平调查结果统计涨落范围内。



图例：  
检测点位：1

图8-1加速器环境辐射现状检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

## 工程设备和工艺分析

### 1、工程设备

本项目销售 9 种型号的中科海维生产的射线装置均在购买单位现场安装、调试。代为销售中科海维射线装置时，现场调试的辐射防护主要依托购买单位的防护实体，同时调试人员佩戴个人剂量报警仪。本项目计划年销售中科海维的射线装置 53 台，15 台无损探伤仪每台开机出束调试时间按 3 小时计，18 台无损检测电子加速器每台开机出束调试时间按 20 小时计，20 台工业电子加速器每台开机出束调试时间按 30 小时计，则总开机调试时间为 1005 小时。

本项目拟使用的 PBT0.5 工业电子加速器主要用来辐照光伏产业用的高分子有机薄膜，电子束最高能量 0.5MeV，最大流强 60mA。本项目拟生产的 PBT0.5 工业电子加速器可用来辐照各类有机薄膜或者喷涂固化等工艺，电子束最高能量 0.5MeV，最大束流范围 60~150mA（根据客户需求定制）。

PBT0.5 加速器主体结构主要分 3 层，1 层是辐照室，待辐照物料和磁扫描器的电子束出口位于该层。2 层主要是磁扫描器主体部件放置的位置，3 层放置电子枪和加速管，加速器的主钢筒侧卧在 3 层平台上。

拟辐照材料在设备内穿过前，需要通过液压装置向下打开辐照室底部的屏蔽体，工作人员蹲在设备边，将手伸入辐照室内手动将需辐照的材料挂上设备内部控制材料进出线路的滚轮。PBT0.5 工业电子加速器辐照室打开的方式为自上而下，底部的屏蔽体在收到打开的指令后向下缓慢落下，打开到位后人员手伸入操作，材料挂上滚轮后人员回到安全位置通过控制柜将设备底部屏蔽从下往上关闭到位。

本项目拟生产的 PBT1.0 工业电子加速器可用于辐照各类小规格的电线电缆（以下简称小线），电子束最高能量 1.0MeV，最大束流范围 80mA。PBT1.0 加速器主体结构主要分 3 层，1 层是辐照室，待辐照物料和磁扫描器的电子束出口位于该层。2 层主要是磁扫描器主体部件放置的位置，3 层放置电子枪和加速管，加速器的主钢筒侧卧在 3 层平台上。拟辐照的小线在设备内穿过前，需要打开设备一侧的屏蔽体（与进出线滚轮垂直的一侧），人员钻入设备后手动将其挂上设备内部控制材料进出线路的滚轮。该辐照室内部高约 80cm，人员无法在内长期居留（不能直立）。

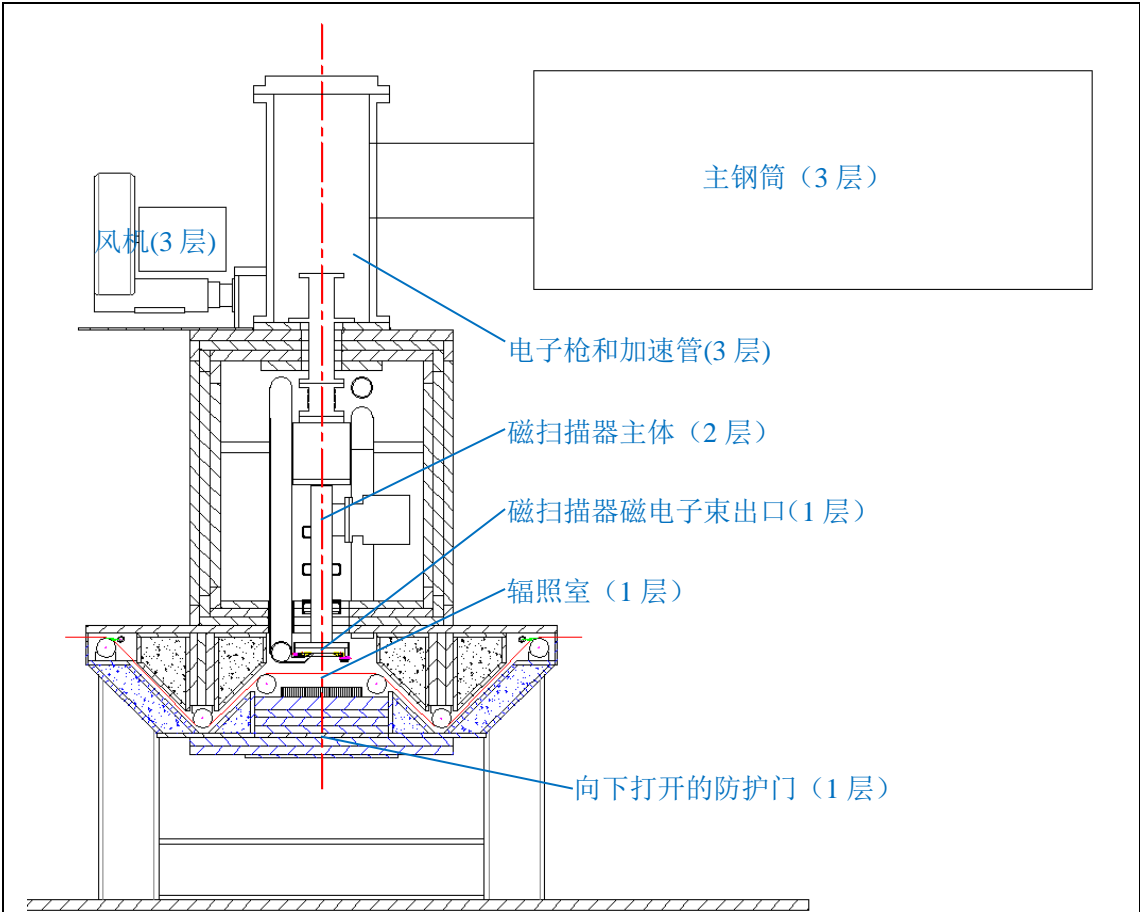


图 9-1 PBT0.5 加速器结构示意图

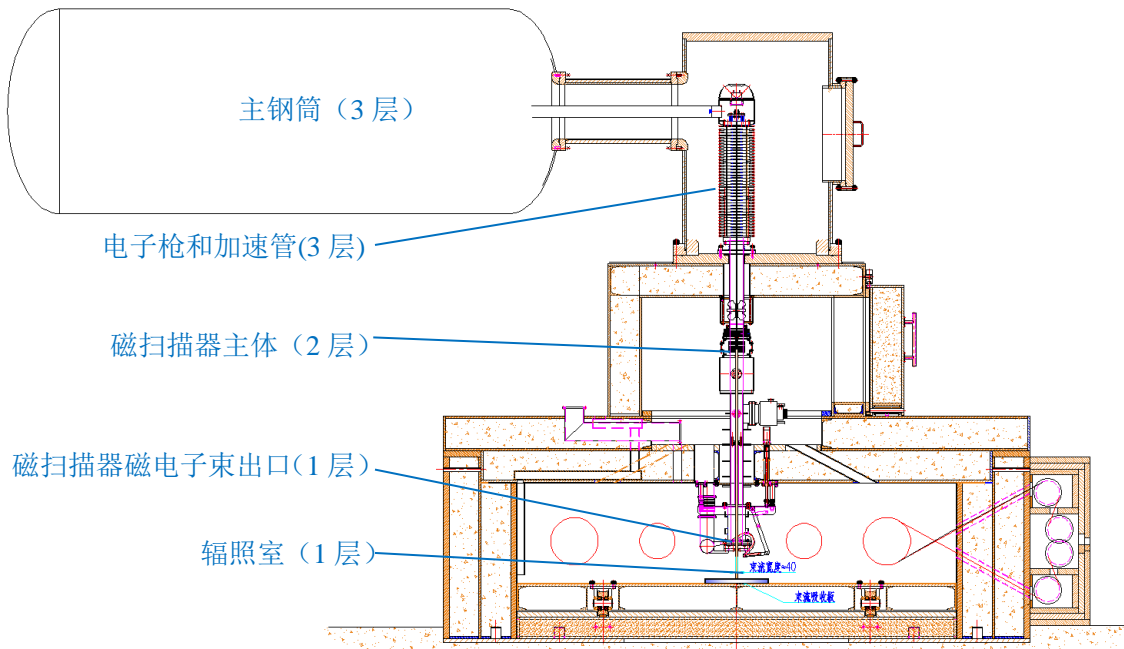


图 9-2 PBT1.0 加速器结构示意图

本项目用于辐照生产的 PBT0.5 工业电子加速器计划的年开机工作时间为 6000 小时（按 24 小时/天，5 天/周，50 周/年计），根据公司每天二班安排，则

每班工作人员的工作时间为 3000 小时/年。生产、调试的自屏蔽加速器时加速器 24 小时连续开机，调试人员两班轮流调试，每台加高压调试 15 天计，年生产 20 台，则每班生产调试的工作人员开机时间为 3600 小时/年。

本项目 PBT 系列加速器的主体采用配有联锁装置的整体自屏蔽结构，运行期间人员实际不可能接近设备辐射源部件，也不可能进入高辐射区域。加速器主钢筒位于 3 层，采取卧式结构，控制柜等辅助设备位于加速器屏蔽体四周。加速器主钢筒采用钢板进行自屏蔽，加速管部分采用铅屏蔽，辐射剂量最大的辐照室采用钢和混凝土的混合屏蔽。

## 2、工作原理

工业电子加速器是使电子在高真空场中受磁场力控制、电场力加速，而获得高能量的特种电磁、高真空装置，是人工产生各种高能电子束或 X 射线的设备。

工业电子加速器产生的高能电子束、作用于薄膜等包装材料内的有机高分子聚合物上，可使其大分子之间发生化学键搭建，形成三维网状结构（辐照交联），从而显著改善薄膜等材料化学稳定性和热稳定性。

本项目所使用的高频高压自屏蔽加速器，主要由加速器主钢筒、加速管、扫描窗、束下系统及加速器控制系统。另外，还有周边辅助设备及辐射防护监测系统。其工作原理为：首先，它将工频低压电能，用高频振荡器变成高频电能，再通过高频耦合方式给由二极管和空间电容组成的倍压整流电路并联供电，串联后得到极高的直流高压，用它加速电子，便可以获得所需要的高能强流电子射线。电子枪发出的电子流在负直流高压的作用下通过加速管时因被加速，成为高能电子。出加速管后经过聚焦和磁扫描器在水平方向进行扫描，然后穿出扫描窗对产品进行辐照加工。钢筒内冲以稳定的保护气体以保证加速器的高电位梯度。

## 3. 加速器的工作流程及产污环节

### 1) 销售、使用中科海维生产的射线装置的工作流程

中广核达胜销售中科海维生产的射线装置时，负责安装调试。销售人员首先确需认购买单位是否履行了环评手续，然后检查购买单位建造的实体屏蔽及安全措施是否符合评价文件的要求，在均满足要求的前提下，在屏蔽体内开始

安装、安装完成后人员退出屏蔽体在控制室内开机调试，设备可以正常运行后即完成调试工作。销售环节调试工作的流程和主要产污环节如图 9-1 所示。

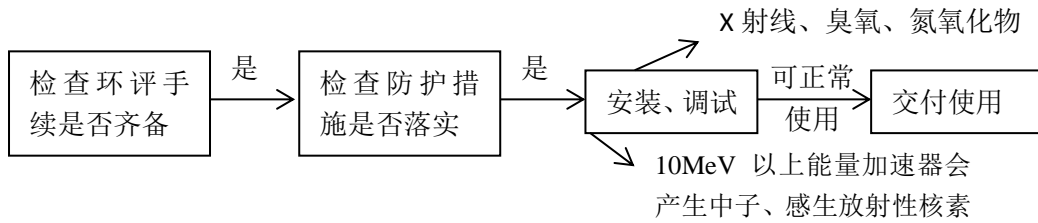


图 9-1 加速器代理销售时工艺流程及产污环节

当调试 10MeV 及以上能量的加速器时，高能电子打靶会产生中子，中子会使靶、空气、冷却水等物质活化。由于调试的时间不会很长，所以不会产生废靶，由中子活化的空气、冷却水的核素主要有  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{41}\text{Ar}$ 、 $^{15}\text{O}$  等，这些核素半衰期均较短，且产生量小。

## 2) 生产、使用 PBT 系列加速器的的工作流程

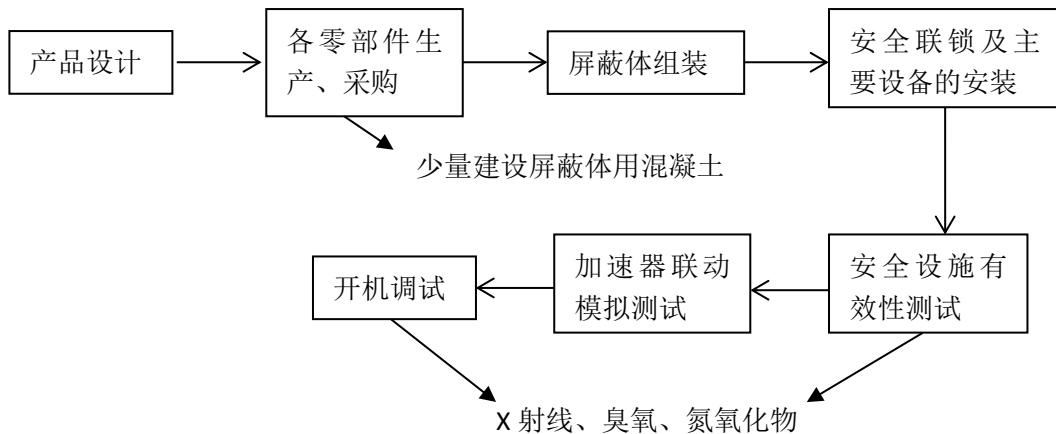


图 9-2 加速器生产时工艺流程及产污环节

加速器生产、调试环节工艺流程：

- a、根据加速器能量进行加速器整体设计，重点关注辐射防护措施。
- b、严格按照设计的要求进行零部件制作。在使用加铁高密度混凝土作为屏蔽体材料时，先进行多次试样确认达到设计要求的密实度后才进行使用。
- c、根据设计图纸进行屏蔽体的生产加工。在使用到混凝土浇筑屏蔽体时，一般会留有会有一些余量，建成后多余少量建设屏蔽体用的混凝土。
- d、将生产好的屏蔽体各部分进行组装。
- e、安全联锁及加速器主要设备进行安装。联锁设备安装前先触发开关，

检查连锁装置是否会因触发产生正确的电信号。

f、各种安全设施及装置的有效性测试。在剂量监测系统测试时，将固定式剂量探头移至自屏蔽体防护门的内侧并设置好剂量报警值  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，将加速器开启升压出束，从剂量监测系统上看到当剂量达到设定值后监测系统发出报警信号且加速器自动降束及降压，这样才能确定其正常有效。该过程产生韧致辐射的时间在连锁正常的前提下是极短的，基本可忽略。门机连锁测试、紧急按钮的测试、关门报警装置测试、工作状态指示灯测试在连锁设备正常的前提下不会有辐射泄漏，且测试时间均很短。

#### g、加速器联动模拟测试

加速器只有在各辅助系统各部件工作状态正常的情况下才能运行，一旦某部件发生故障，监控系统将立即封锁高频机输出，屏幕上提示相应的故障部位红色闪烁，并给出声音报警。若想取消报警声音，单击“报警停止”按钮，根据发生故障的部位，加速器控制系统立即切断该部件及与之相关部件的电源，被断开部件的指示灯变成红色，当所有故障被排除后，屏幕上故障提示消失，才能重新开启加速器。

#### h、加速器开机调试

PLC 监控主界面右上方有 11 项开关量，从第一项开始由上而下一次启动，必须全部操作正常才可实现加速器的正常开机调试。加速器开机调试过程会产生韧致辐射，同时电子束及 X 射线电离空气会产生臭氧和氮氧化物。

#### 3) PBT0.5 加速器辐照加工环节工艺流程：

辐照高分子有机薄膜的 PBT0.5 加速器的辐照工艺过程介绍如下：

加速器辐照的产品为薄膜，需要辐照的薄膜由吹膜机组通过滚轴自动送入加速器辐照室，在扫描系统下接受相应电子束射线的辐照，然后再通过束下滚轴将产品自动输送至辐照室外吹膜机组收卷，达到产品辐照要求。

整个辐照工艺流程流水线为自动运行，工作人员在加速器总控制柜前设置、监控加速器各项指标运行参数，在收放膜机组区控制薄膜收放等工作。

辐照加工工艺流程和主要产污环节如图 9-3 所示。

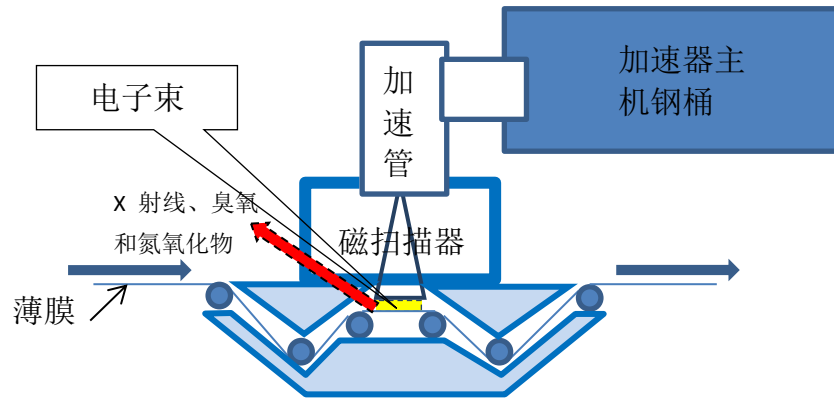


图 9-3 加速器辐照加工工艺流程和产污环节示意图

## 污染源项描述

### 1. 辐射污染源分析

加速器在进行辐照时电子枪发射电子，电子经加速管加速并经扫描扩展成为均匀的有一定宽度的电子束。电子在加速过程中，部分电子会丢失，它们打在加速管壁上，产生韧致辐射 X 射线，对设备周围环境产生一定的辐射影响。此外，电子束打到机头及其他高靶物质时也会产生韧致辐射 X 射线，X 射线的贯穿能力极强，会对辐照室周围环境造成辐射污染。

加速器在运行时产生的电子束，其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。因此，在加速器开机辐照期间，X 射线辐射为项目主要的污染因素。

本项目代理销售的 10MeV 及以上能量的加速器调试时，高能电子打靶会产生热中子。在加速器靶部位，热中子会使靶物质活化，但由于调试的时间不会很长，所以不会产生废靶。加速器运行时，室内空气及加速器的冷却水通过热中子俘获、 $(n, 2n)$ 、 $(\gamma, n)$  反应和散裂反应而被活化，产生的活化核素主要有  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$  和  $^{41}\text{Ar}$  等。空气中的放射性核素产率很低、半衰期均较短，通过探伤房或辐照室的通风设备排入大气后自然稀释、衰减。由中子活化的冷却水中放射性核素产率也很低、半衰期均较短，冷却水循环使用不外排，需要跟换时，接入设备购买单位的事故水池，自然衰变达到排放标准后接管。

### 2. 非辐射污染源分析

空气在强电离辐射的作用下，会产生一定量的臭氧和氮氧化物。加速器输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产额越高。其中臭氧的毒性最大，产额最高，对人体产生较大危害。加速器设备在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧 50 分钟后自动分解为氧气。

每台加速器均配一套冷水机组冷却真空系统部件及振荡器电子管，使用、调试期间冷却水循环使用不外排。

本项目加速器屏蔽体建造时会使用混凝土，混凝土的制备进行精细化的过程管理，保证每台 PBT0.5 加速器屏蔽体生产多余的混凝土不大于 2kg，每台 PBT1.0 加速器屏蔽体生产多余的混凝土不大于 5kg。



表 10 辐射安全与防护

## 项目采取的辐射安全措施

### 1. 辐射工作场所布局及分区管理

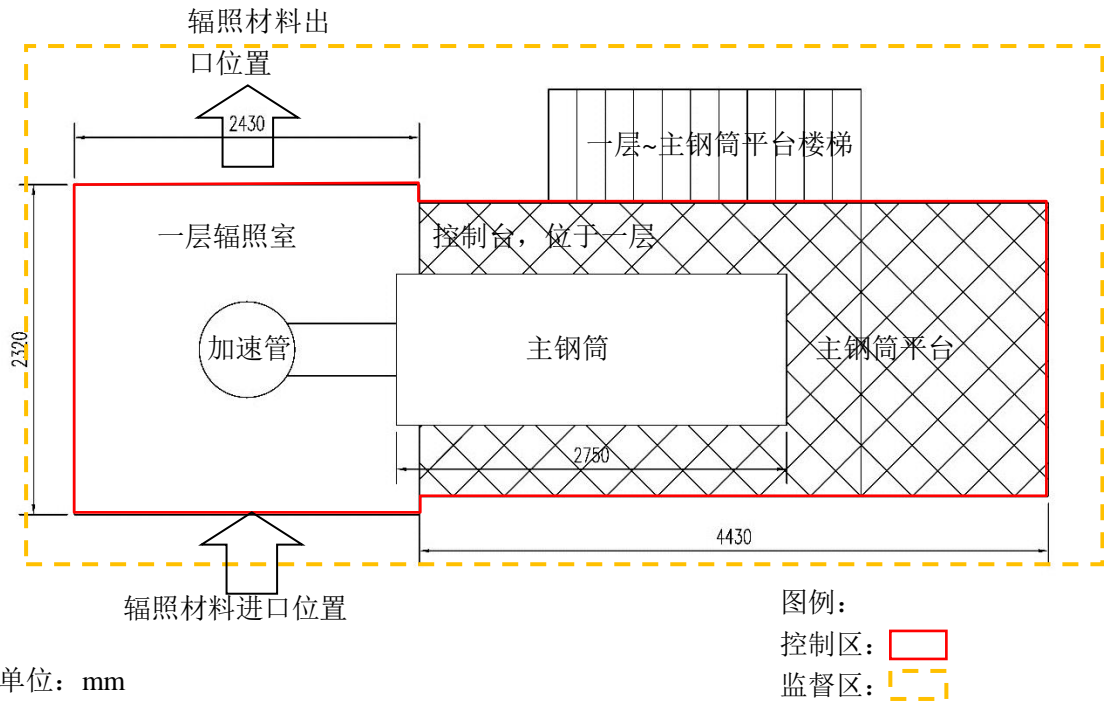
本项目拟生产、使用的加速器全部为自屏蔽钢板、混凝土结构，加速器主钢筒卧式布置，辐照室位于下方，内有束下系统，电子束流朝向地面，扫描窗贯穿辐照室顶部和加速管相连，加速器主钢筒位于辐照室斜上方，高度与加速管齐平，整体架在钢架结构上，通过楼梯可以到达。工业电子加速器工作时，设备操作人员站立控制柜前设置各个系统相应参数。另外，工作人员会巡检收放卷设备。加速器出束时，辐照室内人员无法居留，其主钢筒平台不允许人员停留，本项目加速器布局合理可行。

企业将对加速器生产、调试、使用场所进行分区管理。在6#和7#厂房内的生产区被实体围栏分隔成多个区域，每个区域可作为一个独立的自屏蔽加速器生产调试区域进行1台设备的生产调试。6#厂房隔出的生产调试区域见附图6，7#厂房隔出的生产调试区域见附图7。这些实体围栏的边界作为加速器生产的监督区边界。

本项目使用PBT0.5加速器进行辐照加工的位置位于辐照C区的厂房南侧，该区域使用实体的墙板隔离，墙板内作为为监督区边界，门口设置门禁，非PBT0.5加速器使用工作人员不得进去该区域，该区域在辐照C区的位置见附图8。PBT0.5加速器的辐照室和上方以及主钢筒放置的平台划分为控制区，在开机期间禁止人员到达。使用PBT0.5加速器进行辐照加工区域的控制区、监督区的划分见附图9。

PBT0.5加速器生产时的分区示意图见图10-1。PBT0.5自屏蔽加速器的布置较为灵活，材料进出口方向可以互换，主钢筒也可以布置在材料进出路线的左侧或者右侧，控制柜的放置也较灵活，推荐放置在主钢筒平台下方1层地面处。

PBT0.5加速器调试(使用)时均放置在6#和7#厂房内被实体栏杆隔离的区域内。辐照室和上方以及主钢筒放置的平台划分为控制区，在开机期间禁止进入。PBT0.5加速器组装、调试(使用)时，实体围栏作为监督区边界，监督区边界设置门禁，非PBT0.5加速器生产人员无法进入该生产、调试(使用)区域。加速器在调试区域内放置时，保证加速器的实体屏蔽距离围栏1m以上。



单位: mm

注: 监督区范围仅为示意, 实际形状大小见附图6、附图7中的调试区

图10-1 生产PBT0.5加速器分区示意图

PBT1.0加速器生产时的分区见图10-2。PBT1.0自屏蔽加速器一层为辐照室, 辐照材料的进口和出口都在同一侧, 在与材料进出方向的侧方设水平外开的移门, 用于开机前将辐照材料挂上设备内部控制材料进出的滚轮。二层放置磁扫描器, 并设维修用防护门, 为移门, 手动向一侧打开。三层为加速器加速管, 主钢筒放置在三层平台上。控制柜推荐放置在三层主钢筒平台下方1层地面处。

PBT1.0加速器调试(使用)时均放置在6#和7#厂房内被实体栏杆隔离的区域内。辐照室和二层以及主钢筒放置的三层平台划分为控制区, 在开机期间禁止进入。PBT1.0加速器组装、调试(使用)时, 实体围栏作为监督区边界, 监督区边界设置门禁, 非PBT1.0加速器生产人员无法进入该生产、调试(使用)区域。加速器在调试区域内放置时, 保证加速器的实体屏蔽距离围栏1m以上。

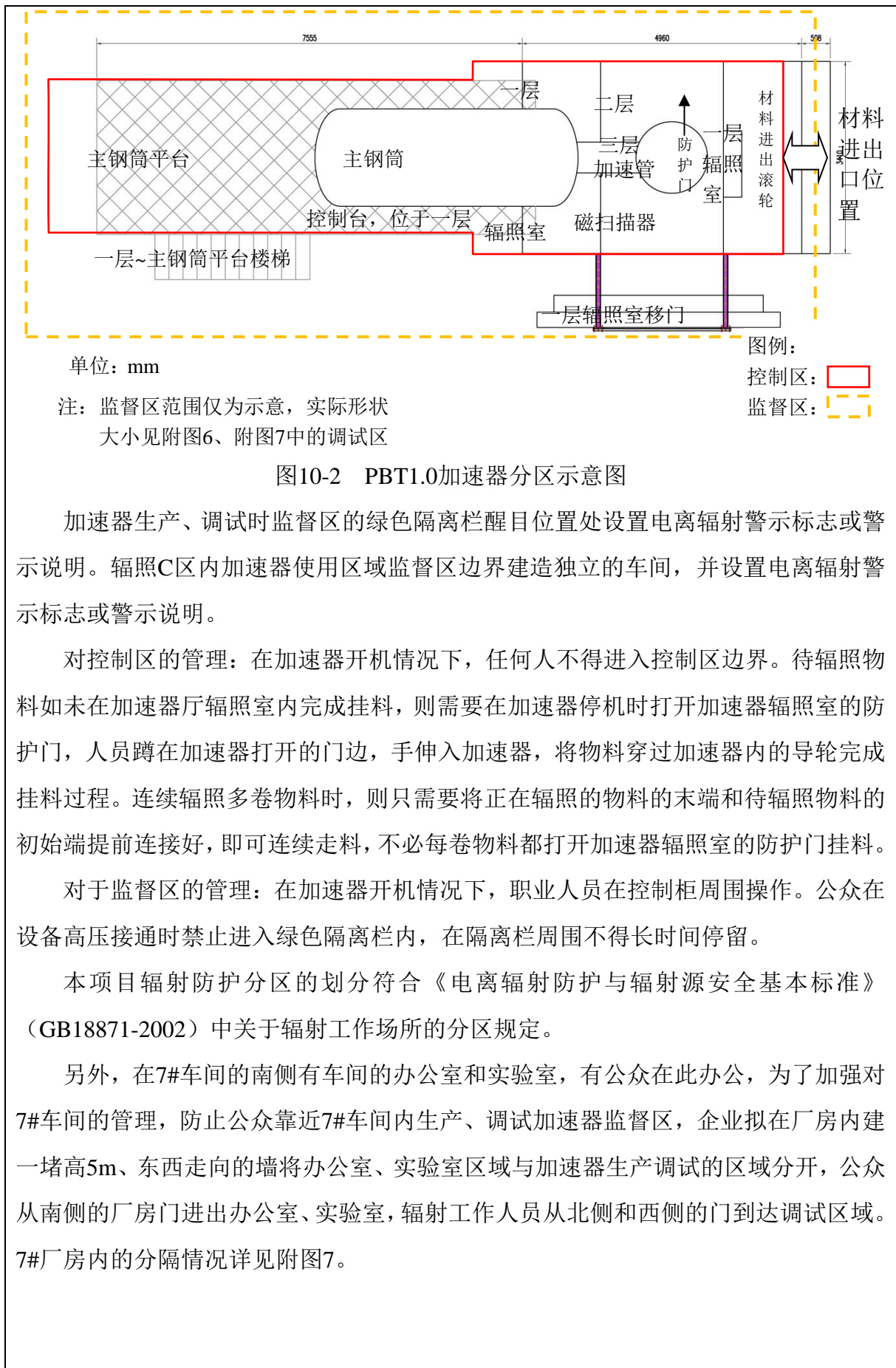


图10-2 PBT1.0加速器分区示意图

加速器生产、调试时监督区的绿色隔离栏醒目位置处设置电离辐射警示标志或警示说明。辐照C区内加速器使用区域监督区边界建造独立的车间，并设置电离辐射警示标志或警示说明。

对控制区的管理：在加速器开机情况下，任何人不得进入控制区边界。待辐照物料如未在加速器厅辐照室内完成挂料，则需要在加速器停机时打开加速器辐照室的防护门，人员蹲在加速器打开的门边，手伸入加速器，将物料穿过加速器内的导轮完成挂料过程。连续辐照多卷物料时，则只需要将正在辐照的物料的末端和待辐照物料的初始端提前连接好，即可连续走料，不必每卷物料都打开加速器辐照室的防护门挂料。

对于监督区的管理：在加速器开机情况下，职业人员在控制柜周围操作。公众在设备高压接通时禁止进入绿色隔离栏内，在隔离栏周围不得长时间停留。

本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

另外，在7#车间的南侧有车间的办公室和实验室，有公众在此办公，为了加强对7#车间的管理，防止公众靠近7#车间内生产、调试加速器监督区，企业拟在厂房内建一堵高5m、东西走向的墙将办公室、实验室区域与加速器生产调试的区域分开，公众从南侧的厂房门进出办公室、实验室，辐射工作人员从北侧和西侧的门到达调试区域。7#厂房内的分隔情况详见附图7。

## 2. 辐射安全场所屏蔽设计方案

PBT0.5加速器为简单紧凑的自屏蔽型加速器，工作人员可在场近距离操作。因将加速器的加速管从主钢筒中独立出来，其主钢筒简化为设备外加钢板罩壳，加速管、磁扫描器及辐照室被分隔在3个相对独立的空间内。其中电子束辐照过程中产生的X射线剂量率最大。电子加速器屏蔽防护主要包括三个部分，一个是下方辐照室（内有扫描窗及束下系统），另一个是辐照室上部与扫描窗一体的磁扫描器，以及连接主钢筒和磁扫描器的加速管。整个加速器设有1个门，该门通过液压装置向下打开，用来在辐照室内安装待辐照的材料。安装完后通过液压装置向上关闭辐照室。整个加速器X射线的屏蔽材料采用钢板（密度为 $7.9\text{g/cm}^3$ ）多层组合拼接加以防护（部分位置灌注密度为 $2.35\text{g/cm}^3$ 的混凝土），门与墙板、各钢板交接处设计为阶梯接口，加速管外使用铅屏蔽。

0.5MeV的加速器各屏蔽体厚度见表10-1，PBT0.5加速器结构示意图见附图4。

表10-1 0.5MeV自屏蔽加速器防护板厚度

位置	屏蔽厚度（mm）	屏蔽体外距离m
辐照室外薄膜进出口（对称）	272钢+463混凝土	1.154m
辐照室外薄膜进出路线两侧（对称）	270钢	1.265m
辐照室底部	300钢	0.464m
辐照室顶部	160钢	—
磁扫描器薄膜进出侧（对称）	150钢	0.700m
磁扫描器薄膜进出路线两侧（对称）	150钢	1.045m
磁扫描器顶部	200钢	1.850m
加速管外部屏蔽	20铅（顶部80铅）	3.037m

从附图4可见，整个辐照室空间非常狭小，薄膜通道也比较狭窄（仅3~4.4cm宽），在转折点有半径5cm的钢辊筒导向，导向钢辊筒同时也可起到屏蔽散射X射线的作用。该设计一方面方便输送、输出薄膜，另一方面将薄膜进出辐射室的通道设计成斜穿，辐照室内的薄膜需要转角三次才能进出，该通道设计可对X射线散射起到很好的屏蔽作用。

PBT1.0加速器为紧凑的自屏蔽型加速器，工作人员可在场近距离操作。因将加速器的加速管从主钢筒中独立出来，其主钢筒简化为设备外加钢板罩壳，加速管、磁扫描器及辐照室被分隔在3个相对独立的空间内。其中电子束辐照过程中产生的X

射线剂量率最大。电子加速器屏蔽防护主要包括三个部分，一个是下方辐照室（内有扫描窗及束下系统），另一个是辐照室上部与扫描窗一体的磁扫描器，以及连接主钢筒和磁扫描器的加速管。整个加速器设有2个门，辐照室的门通过液压装置沿轨道向外移开，用来在辐照室内安装待辐照的材料。安装完后通过液压装置向内关闭辐照室。在加速器2层与扫描窗一体的磁扫描器屏蔽体设一扇向边上滑开的防护门，防护门仅在设备检修时才会打开。整个加速器X射线的屏蔽材料采用钢板灌注加铁混凝土的复合材料、多层拼接组合加以防护，门与墙板、各钢板交接处设计为阶梯接口，沿墙方向平移的移门搭接处设置屏蔽补偿。加铁混凝土是在普通混凝土（密度为 $2.35\text{g/cm}^3$ ）搅拌、制作过程中加入密度为 $7.9\text{g/cm}^3$ 的铁屑而制的的混凝土，加入的铁屑和混凝土的比例大约为2:3（按照体积比），通过这种方法，加铁混凝土的密度可达到了 $4.6\text{g/cm}^3$ ，辐射防护的性能远优于普通混凝土（密度为 $2.35\text{g/cm}^3$ ）。

1.0MeV的加速器各屏蔽体厚度见表10-2，PBT1.0加速器结构示意图见附图5。

表10-2 1.0MeV自屏蔽加速器防护板厚度

位置	屏蔽厚度（mm）	屏蔽体外距离m
辐照室外薄膜进出口	270钢+500加铁混凝土	3.040
辐照室外薄膜进出口对面	126钢+500加铁混凝土	2.530
辐照室外薄膜进出路线两侧(对称)	120钢+500加铁混凝土	1.265
辐照室顶部	60钢+500加铁混凝土	—
磁扫描器检修门对面	40钢+250加铁混凝土	1.140
磁扫描器检修门	40钢+250加铁混凝土	1.465
磁扫描器薄膜进出路线两侧(对称)	40钢+250加铁混凝土	1.755
磁扫描器顶部	40钢+250加铁混凝土	1.850
加速管外部屏蔽	20铅（顶部70铅）	4.490

从附图5可见，电线电缆通过斜管道穿入、穿出辐照室，在进出位置处额外设置了4个钢辊筒，使进线、出线分别多折转两次才能到达屏蔽体外，辐照室内的电线电缆需要转角三次才能进出，该通道设计可对X射线散射起到很好的屏蔽作用。

为了方便计算，需要将加铁混凝土的屏蔽折换到有屏蔽参数可查的材质。加铁混凝土是由铁屑和普通商品混凝土混合制成，铁和混凝土的体积比为2:3，因此加铁混凝土的厚度可理解为2/5厚度的铁+3/5厚度的混凝土，表10-2中的屏蔽厚度可转化为表10-3中的数值，其中，钢和铁对X射线的屏蔽效果基本一致。

表10-3 1.0MeV自屏蔽加速器防护效果

位置	屏蔽厚度 (mm)
辐照室外薄膜进出口	270钢+200铁+300混凝土
辐照室外薄膜进出口对面	126钢+200铁+300混凝土
辐照室外薄膜进出路线两侧 (对称)	120钢+200铁+300混凝土
辐照室顶部	60钢+200铁+300混凝土
磁扫描器检修门对面	40钢+200铁+300混凝土
磁扫描器检修门	40钢+100铁+150混凝土
磁扫描器薄膜进出路线两侧 (对称)	40钢+100铁+150混凝土
磁扫描器顶部	40钢+100铁+150混凝土

### 3. 辐射安全设施描述及评价

为保障工业电子加速器安全运行，避免在加速器辐照期间人员发生误照射事故，本项目加速器设置了相应的辐射安全装置和保护措施，同时规范了生产调试过程的操作系统，从硬件（设备、设施）和软件（管理、流程）上保证辐射安全。1.0MeV 和 0.5MeV 加速安全装置和保护措施主要有：

#### ■ 安全联锁装置

##### A、设备自带设施

① 钥匙开关：加速器开机时的重要控制部分用钥匙开关控制，开机时插入钥匙，当停机（或检修）需开门进入辐照室时，关闭设备从控制台拔出钥匙，用该钥匙插入控制防护门启闭的控制柜后方可打开防护门，该开关钥匙由操作班组负责人随身携带。

② 急停按钮：PBT0.5 加速器设置两处急停按钮，分别位于控制柜系统面板和辐照室可开关防护门的控制面板附近。PBT1.0 加速器设置三处急停按钮，分别位于控制柜系统面板、辐照室可开关防护门的控制面板附近以及二层检修门口。所有开关可以确保在紧急情况下人员处于不同位置时采取束流急停措施的有效性。

③ 门机联锁：辐照室的移动门及 1.0MeV 加速器 2 层检修门与加速器高压联锁，在任意一扇防护门打开的情况下，加速器不能启动工作，在加速器高压启动后，打开防护门，加速器自动断电停机（1.0MeV 加速器自屏蔽体由于是在侧面垂直方向开门的，故在这扇门上了 2 个门机安全联锁开关，只要有 1 个开关没碰到

位或者线路信号没反馈控制面板上加速器就无法加压出束；0.5MeV 加速器自屏蔽体由于是上下方向开关门的，故在这扇门的四个角处设了 4 个门机联锁开关，只要有 1 个开关没碰到位或者线路信号没反馈控制面板上加速器就无法加高压出束)；另外，一层通往主钢筒平台的护栏入口门设置隔离门并用钥匙锁，加速器正常运行期间，人员无法到达。该钥匙与控制加速器开关的钥匙捆绑在一起，要打开护栏入口的锁到达平台必须先关闭加速器，拔出与钥匙开关的钥匙，才能打开进入二层（或三层）隔离门的钥匙锁。

④在屏蔽体外侧设置一个工作状态指示灯，并与加速器高压联锁，绿灯表示加速器停止运行，黄灯表示待机状态，红灯表示加速器装置正在运行，以提醒周围工作人员勿靠近。

### **B、场所配备设施**

⑤在每一个隔离栏拦出的调试区域均设立独立的电源控制，在隔离栏四周安装 4 个剂量探头，这 4 个剂量探头与加速器控制系统独立。环境剂量探头设置 1 头设环境剂的阈值，任何一个探头的剂量值超过该阈值，则切断该调试区域的主供电源。

## **■ 安全警示及监测装置**

### **A、设备自带设施**

①屏蔽体外侧设置有工作指示灯，在辐照室防护门外表面设置电离辐射警示标志和中文警示说明，并在防护门开合门缝处粘贴注意防止夹伤的提示语。

②加速器设置两处声光报警装置，一个位于主机平台护栏，在加速器开机预热后准备出束前发出报警声，同时黄色指示灯闪烁，提示加速器准备出束。另外一个位于移门上方。移门单程打开（或关闭）到位过程需时约 2 分钟，该设置可以防止工作人员滞留辐照室或被夹伤。

③在待辐照物品的进出口及操作控制区各安装一个剂量检测探头，通过控制柜内显示屏可以实时读取该处的空气吸收剂量率数据，以监测加速器工作期间是否有射线泄漏，当任一监测点剂量超过  $2.5\mu\text{Sv/h}$  时，会将信号传送到控制系统，发出声光报警，同时加速器会降束降压，起到安全防护的效果。

### **B、场所配备设施**

④公司在加速器周围监督区边界设置实体隔离，并设置中文警示说明，防止车

间其他非辐射工作人员在附近滞留。

⑤在每一个隔离栏拦出的调试区域均设立门禁，只有经过授权的辐射工作人员才能刷卡进入相应的调试区域，其他无关人员无法进入调试区内。

⑥在 7#车间的调试区域与 7#车间南侧的办公室、实验室之间建一堵隔离墙，将 7#车间南北划为两块，防止公众接近调试区。公众从厂房南侧的门出入，辐射工作人员从厂房西侧、北侧的门出入。

#### ■ 加速器生产、调试时的操作规程及管理

##### ①根据加速器能量进行屏蔽体的设计

为了有效的防止因为屏蔽体本身的原因造成辐射泄漏，公司在屏蔽体的设计时就进行预控，具体如下：

(1) 按加速器的能量、束流、辐照工艺进行屏蔽体的设计，设计完成后请第三方进行验算确认屏蔽必须满足要求。

(2) 屏蔽体设计时将块与块的缝隙进行错开设置，防护门与门洞接缝处均留有足够的搭接宽度以防止射线意外泄露的情况。

##### ②根据设计图纸进行屏蔽体的生产加工

(1) 严格按照设计的要求进行制作。

(2) 在使用加铁高密度混凝土作为屏蔽体材料时，先进行多次试样确认达到设计要求的密实度后才进行使用，具体方法为做好一定体积的试件，将一定比例的铁与水泥的混合物浇注在铸件内，待其达到一定强度后进行称重后测算他的密度达到  $4.6\text{g}/\text{cm}^3$  以上。

(3) 浇注铁与水泥高密度混凝土时，采用机械搅拌及机械振捣的方法来确保它的密实度。

##### ③将生产好的屏蔽体各部分进行组装

(1) 组装前核对各部件的尺寸是否符合设计图的要求。

(2) 安装中严格把控各块板之间的接缝的严密性。

(3) 各块体的拼接采用紧固件组装，个别地方采用局部点焊的方式进行固定。

(4) 对预留管道口及四周接合处等薄弱地方进行严格检查。

##### ④安全联锁及主要设备的安装

(1) 联锁设备安装前先触发开关，检查联锁装置是否会因触发产生正确的电



信号。

(2) 采用多道安全联锁装置来保证安全。

#### ⑤各种安全设施及装置的有效性测试

为确保不会因为某个安全联锁装置或安全设施失效而导致射线意外泄露，公司规定在安装完毕后必须要按次序对每一个安全设施及装置进行分别测试，测试结果必须要达到设计的要求才可进行正常的调试作业，具体如下：

(1) 剂量监测系统测试：将固定式剂量探头移至自屏蔽体防护门的内侧并设置好剂量报警值  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，将加速器开启升压出束，从剂量监测系统上看到当剂量达到设定值后监测系统发出报警信号且加速器自动降束及降压，这样才能确定其正常有效。

(2) 门机联锁测试：在不出束不升高压的情况下，故意将防护门不关严密，用开机钥匙进行开机操作，确认加速器开不起来，控制屏上显示防护门没关好并灯光闪烁。

(3) 紧急按钮的测试：在加速器开机状况下，按下紧停按钮，加速器即停机，并且必须按复位按钮后才能重新开机，在任一急停按钮按下的情况下不能开机。

(4) 关门报警装置测试：在防护门打开的情况下将防护门关闭，确认此时红色报警器发出报警声及旋转闪烁即报警功能正常。

(5) 工作状态指示灯测试：看加速器在三个不同状态时这个状态指示灯显示的状态是否相对应。

#### ⑥加速器联动模拟测试

加速器只有在各辅助系统各部件工作状态正常的情况下才能运行，一旦某部件发生故障，监控系统将立即封锁高频机输出，屏幕上提示相应的故障部位红色闪烁，并给出声音报警。若想取消报警声音，单击“报警停止”按钮，根据发生故障的部位，加速器控制系统立即切断该部件及与之相关部件的电源，被断开部件的指示灯变成红色，当所有故障被排除后，屏幕上故障提示消失，才能重新开启加速器。

#### ⑦加速器开机调试

PLC 监控主界面右上方有 11 项开关量，从第一项开始由上而下一次启动，必须全部操作正常才可实现加速器的正常开机调试。

综上，本项目加速器共设有工作状态指示灯、门机联锁、急停按钮、固定式辐

射剂量探头、声光报警仪等安全措施，本项目设计基本达到《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)和《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T 25306-2010)中安全设施的要求，同时企业针对本项目生产、调试的特点专门制定了操作规程并严格执行，因此项目设计安全可行。

### 三废的治理:

#### 1、本项目生产、使用自屏蔽加速器的三废治理

本项目运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生。

工业电子加速器在工作状态时，产生的 X 射线会使机房内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。加速器输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产额越高。臭氧的产额大约是氮氧化物的 2 倍，对人体产生较大危害。因此本节主要考虑辐照室臭氧的产生和排放影响。

本项目 PBT0.5 加速器的排风风机安装在加速管屏蔽体外部的一侧，排风机位于自屏蔽体顶部的位置，排风系统通过管道的弯折进行屏蔽补偿（详见附图 10），排风速率  $3600\text{m}^3/\text{h}$ 。排风管出了设备以后位于 7#生产车间的走向是利用管子通往北面外墙后管子顺着外墙面向上并高出女儿墙顶，进行高空排放；位于 6#生产车间的走向是利用管子通往西面外墙后管子顺着外墙面向上并高出女儿墙顶，进行高空排放；位于辐照 C 区车间的是管子通往南面外墙后管子顺着外墙面向上并高出女儿墙顶，进行高空排放。

本项目 PBT1.0 加速器的排风风机安装在磁扫描器屏蔽体外侧，排风机位于一层辐照室顶，排风系统通过管道的弯折进行屏蔽补偿（详见附图 11），排风速率  $3600\text{m}^3/\text{h}$ 。排风管出了设备以后位于 7#生产车间的走向是利用管子通往北面外墙后管子顺着外墙面向上并高出女儿墙顶，进行高空排放；位于 6#生产车间的走向是利用管子通往西面外墙后管子顺着外墙面向上并高出女儿墙顶，进行高空排放。

排风机排风速率大于送新风风量，保持辐照室内负压状态，臭氧和氮氧化物等废气不会泄露至车间内。

加速器屏蔽体制造时会产生少量多余的混凝土，总量约为  $70\text{kg/a}$ ，这些混凝土为一般建筑垃圾，且量很小，委托环卫部门清运。

## 2、本项目代理销售中科海维射线装置的三废治理

现场调试射线装置均会电离空气产生臭氧和二氧化氮，废气通过购买单位屏蔽体配套的通风设施统一排入大气。其产生量少，排放浓度低。

调试 10MeV 以上的加速器，在调试阶段不会产生中子活化后的废靶，后期使用中产生后委托城市废物库贮存。调试阶段产生少量的活化气体，产生量小，核素半衰期短，通过购买单位屏蔽体配套的通风设施统一排入大气。调试阶段冷却水会被中子活化，活化的核素产生量少，半衰期短，冷却水循环使用不外排。后期需更换冷却水时，将其排入衰变池衰变至豁免水平即可排放。

表 11 环境影响分析

**建设阶段对环境的影响**

本项目销售 II 类射线装置不涉及土建。生产自屏蔽加速器主要为设备焊接、组装为主，涉及少量的混凝土的使用。建设阶段主要为加速器屏蔽体浇筑基础，由于施工工程量小，时间短，且施工范围仅在车间，因此不会对周围环境造成影响。

**运行阶段对环境的影响**

**11.1 设备销售对环境辐射水平的影响**

企业销售中科海维的射线装置，调试人员会去设备使用现场进行安装调试。由于调试场所的屏蔽由购买单位具体设计、施工，因此设计本报告无法对销售射线装置的人员受照剂量进行准确的预测计算。企业现有调试人员 10 人，对中科海维射线装置的现场调试不再新增工作人员，根据近一年的个人剂量检测情况，调试工作人员的正常年受照剂量水平都处于较低的水平，距国标限值相差较远。

表 11-1 企业内现有职业人员的年受照剂量情况（单位：mSv/a）

	深部	眼晶体	浅表
姚志平	1.64	1.64	1.6
陈向东	1.22	1.22	1.2
徐进	1.37	1.37	1.36
赵白杨	1.29	1.29	1.25
朱平	1.18	1.18	1.13
王裕文	1.25	1.25	1.22
沈旦	1.34	1.34	1.23
范利平	1.19	1.19	1.19
许森飞	1.27	1.27	1.25
陆洁平	1.47	1.47	1.38
<b>GB18871 限值</b>	<b>20</b>	<b>150</b>	<b>500</b>

调试工作人员在现场工作前应仔细查阅企业相关项目的环评文件及批复，对照环评文件核实项目墙体的屏蔽厚度及安全措施是否到位。工作人员现场调试时都应佩戴个人剂量报警仪和个人剂量计，在个人剂量报警仪发出警报时及时撤离至安全地带或及时按下急停开关切断设备加载高压的电源。

增加中科海维生产的射线装置的调试工作后，在注意现场辐射防护的前提下，销售调试工作人员年受照剂量按  $2.5\mu\text{Sv/h} \times 1005\text{h/a}$  计，则年受照剂量为  $2.51\text{mSv/a}$ ，与现状值叠加后仍可保证辐射工作人员的年受照剂量低于 GB18871 的剂量限值，同时

也满足本项目的管理目标值。

## 11.2 本项目加速器生产对辐射环境的影响

### (1) 评价思路

企业加速器的生产、销售、使用（即调试）和涉及辐射防护的只有设备的调试环节。设备调试时电子束产生韧致辐射有以下 2 种情况：正常生产情况下，电子束轰击产品物料，即薄膜（低 Z 靶材料）；空载情况下，电子束打在底部钢材（低 Z 靶材料）上，不同能量电子束轰击不同物料或加速器不同部位时，其韧致 X 射线发射率不同。对同一种靶材料，不同方向上韧致 X 射线的发射率也不相同。本项目被轰击物质中不锈钢 Z 值最大，X 射线发射率最高，因此本节选取以不锈钢为轰击靶，来进行辐射防护评价。

本报告加速器以最大能量出束为计算条件，计算屏蔽体外辐射工作人员、公司其他工作人员的年受照剂量是否满足辐射防护的要求。

0.5MeV 自屏蔽加速器结构主要分三层，一层为辐照室，辐照室空间为带状空间，仅容薄膜通过的空间，二层为磁扫描器室，扫描窗空间的底部（即辐照室顶部）使用 16cm 钢板与辐照室隔开，仅留一道 10.8cm 的狭长空隙让磁扫描器穿过。三层为电子枪和加速管。一层加速器辐照室内，加速器电子束朝下，不直接向四周屏蔽墙，辐照室辐射影响主要考虑与电子束入射方向呈 90° 的初级韧致辐射 X 射线对辐照室屏蔽体四周的影响，同时加速器运行时底部离地 0.67m，故还需考虑电子入射的 0° 方向产生的韧致辐射对加速器底部的剂量影响。二层磁扫描器室外的剂量率主要为一层辐照室的韧致辐射斜穿过辐照室顶部再斜穿过磁扫描器室外壁后对设备外部产生的剂量影响，由于斜穿路径穿过的钢板的总厚度大于 40cm，因此一层辐照室的韧致辐射对二层磁扫描器室外的剂量率影响很小。三层加速管周围使用 20mm 铅进行屏蔽，顶部为了防护从辐照室直接穿过电子通道散射上来的辐射采用了 80mm 的铅屏蔽，根据设计资料，加速器在偏离束流主方向的电子束能量较小，当加速管内真空度良好的时候，加速管内的束流损失可以忽略不计，即使在不利工况下，束流损失也仅为十  $\mu\text{A}$  量级，若出现真空度下降导致的束流损失增大，则主控设备会自动停机，因此三层加速管屏蔽体外的剂量率。也会处于较低的水平。

1.0MeV 自屏蔽加速器大体结构与 0.5MeV 的类似，自下而上均为三层结构，辐射产生原理及需要重点关注的防护的位置也基本相同，在屏蔽计算时主要区别

有：

- 1、从成本考虑屏蔽体使用了钢+加铁混凝土的结构；
- 2、底部与地面贴近，基本没有空隙，无需计算电子束入射  $0^\circ$  方向的剂量率；
- 3、辐照材料从同一侧进出，为非对称型。

## (2) 计算模式

根据加速器屏蔽设计参数来计算人员受照剂量，参考点的剂量当量率计算公式参照《辐射防护手册》第三册 P102 公示 4.1 并做如下变形：

$$H_m = 60 \cdot I \cdot D \cdot R_x / d^2$$

其中： $H_m$ ：剂量当量率，Gy/h；

$D$ ：距离辐射源（即靶）1m 处的吸收剂量指数率， $Gy \cdot m^2 \cdot min^{-1} \cdot mA^{-1}$ ；

$I$ ：电子束电流强度，mA；

$R_x$ ： $90^\circ$  方向上的 X 射线在屏蔽层中的透射比；

$d$ ：射线源到计算点的距离，m，取值见表 11-2。

透射系数  $R_x$  根据屏蔽设计厚度  $S$ （取值见表 11-2）和屏蔽材料的 1/10 值层厚度（第一 1/10 层厚度  $T_1$  和平衡 1/10 层厚度  $T_e$ ，取值见（3）、（4）中计算条件分析，得到，公式如下：

$$R_x = 10^{-n} \quad n = (S - T_1 + T_e) / T_e$$

另外，在计算 1.0MeV 加速器时考虑到其屏蔽材料中的铁珠在混凝土中的分布可能存在一定的不均匀性，通过上式计算得到的  $R_x$  再除以 0.9 的安全系数。

## (3) 1.0MeV 加速器计算条件

对于 1.0MeV 加速器，在最大电子射线束 1.0MeV 的能量下产生的韧致辐射，查“辐射防护导论”中相应能量下电子束 X 射线发射率， $90^\circ$  方向（朝向四周）约为  $0.40(Gy \cdot m^2/min \cdot mA)$ ，X 射线在辐照室内低靶材料（金属部件）上 X 射线发射率修正系数为 0.5，按每班工作人员工作时年 1800 小时开机时间，理论计算在 80mA 的最大管电流条件下，工作负荷  $W$  为  $1.728 \times 10^9(mSv \cdot m^2/a)$ 。

根据《辐射防护导论》图 3.25，1.0MeV 电子在  $90^\circ$  方向相当于入射电子的能量约为 0.7MeV，所以根据图 3.23，钢板对电子能量 0.7MeV 的第一个  $T_{1/10}$  及平衡  $T_{1/10}$  均为 4cm；根据图 3.22，混凝土对电子能量 0.7MeV 的第一个  $T_{1/10}$  为 17cm、平衡  $T_{1/10}$

为 14cm。计算参数详见表 11-2，点位详见图 11-1。

(4) 0.5MeV 加速器计算条件

对于 0.5MeV 加速器，在最大电子射线束 0.5MeV 的能量下产生的韧致辐射，查“辐射防护导论”中相应能量下电子束 X 射线发射率，90°方向（朝向四周）约为 0.09 (Gy m<sup>2</sup>/min mA)，0°方向（朝向底部）约为 0.01 (Gy m<sup>2</sup>/min mA)，X 射线在辐照室内低靶材料（金属部件）上 X 射线发射率修正系数为 0.5。调试时按每班工作人员工作时年 1800 小时开机时间，理论计算在 150mA 的最大管电流条件下，在 90° 方向工作负荷 W 为 7.29×10<sup>8</sup>(mSv m<sup>2</sup>/a)，在 0° 方向工作负荷 W 为 1.134×10<sup>8</sup>(mSv m<sup>2</sup>/a)。

根据《辐射防护导论》图 3.25，0.5MeV 电子在 90° 方向相当于入射电子的能量为 0.4MeV，所以根据图 3.23，钢板对电子能量 0.5MeV 的第一个 T<sub>1/10</sub> 及平衡 T<sub>1/10</sub> 均为 3.3cm，钢板对电子能量 0.4MeV 的第一个 T<sub>1/10</sub> 及平衡 T<sub>1/10</sub> 均为 2.8cm；根据图 3.22，混凝土对电子能量 0.4MeV 的第一个 T<sub>1/10</sub> 为 15cm、平衡 T<sub>1/10</sub> 为 12cm。计算参数详见表 11-2，点位详见图 11-2。

表 11-2 屏蔽计算参数表

加速器	位置	屏蔽 (mm)	受影响的人员	居留因子 T	d (m)
1.0MeV 加速器	1 辐照室外小线进出口	470铁+ 300混凝土	职业人员	1/4	3.040
	2 辐照室外小线进出口对面	326铁+ 300混凝土	职业人员	1/4	2.530
	3 操作位	326铁+ 300混凝土	职业人员	1	3.530
	4 辐照室外小线进出路线两侧（对称）	320铁+ 300混凝土	职业人员	1/4	1.265
	5 监督区外公众	320铁+ 300混凝土	公众	1	2.265
0.5MeV 加速器	6 辐照室外薄膜进出口（对称）	272钢+ 463混凝土	职业人员	1/4	1.154
	7 辐照室外薄膜进出路线两侧（对称）	270钢	职业人员	1/4	1.265
	8 操作位	270钢	职业人员	1	2.265
	9 监督区外公众	270钢	公众	1	2.265
	10 辐照室底部	300钢	职业人员	/	0.464



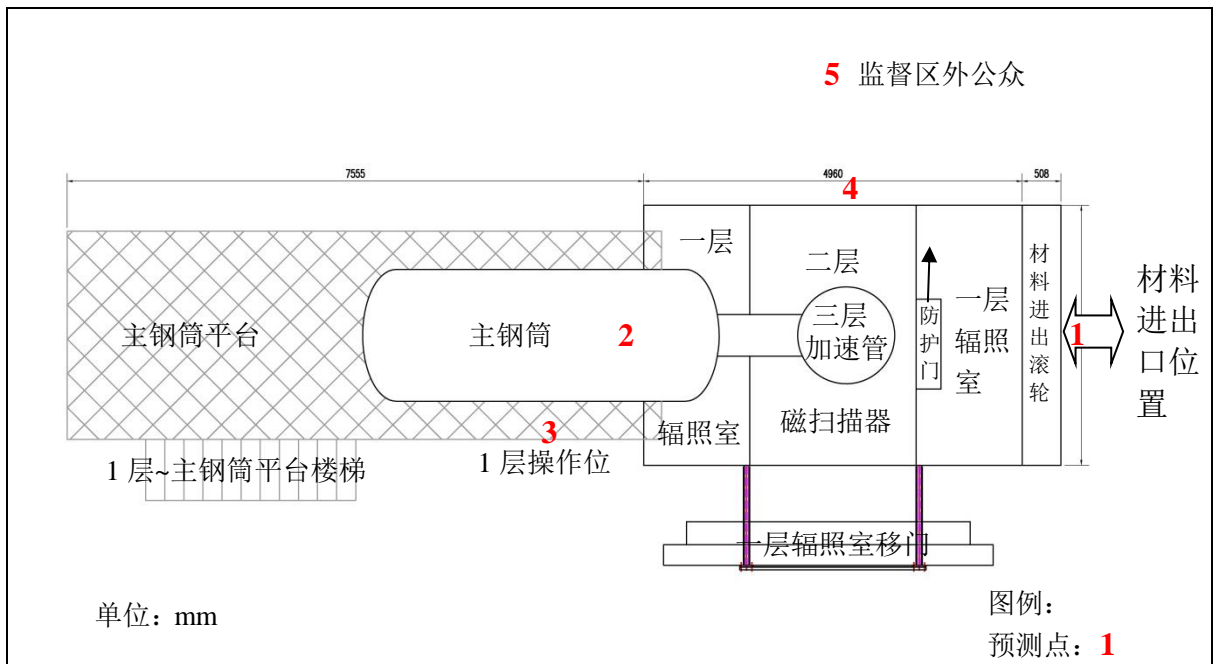


图11-1 生产PBT1.0加速器预测点位置示意图

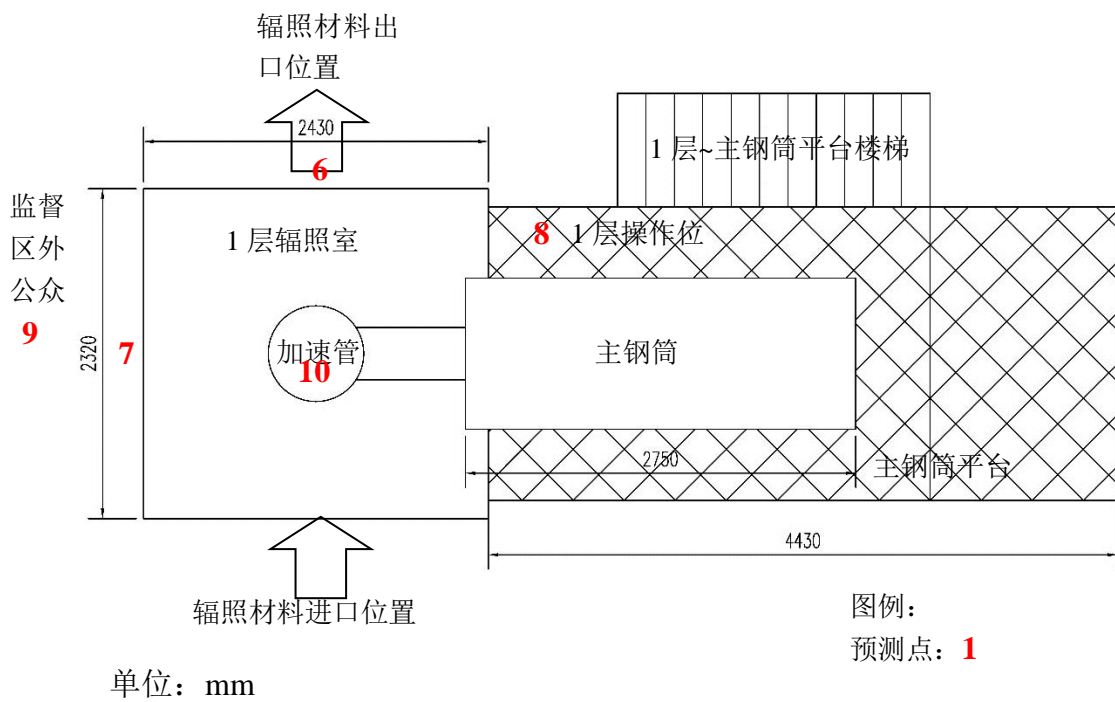


图11-2 生产PBT0.5加速器预测点位置示意图

(5) 计算结果

利用(2)中的公式进行理论计算,在现有设计参数条件下加速器机房外人员受照剂量计算结果见下表:

表 11-3 现有设计参数条件下辐射影响计算结果

加速器	位置	人员	人员年有效剂量 (mSv/a)	空气吸收剂量率 ( $\mu$ Gy/h)
1.0MeV 加速器	1 辐照室外薄膜进出口	职业人员	<0.001	<0.001
	2 辐照室外薄膜进出口对面	职业人员	0.006	0.014
	3 操作位	职业人员	0.013	0.007
	4 辐照室外薄膜进出路线两侧(对称)	职业人员	0.035	0.079
	5 监督区外公众	公众	0.044	0.025
0.5MeV 加速器 (生产)	6 辐照室外薄膜进出口(对称)	职业人员	<0.001	<0.001
	7 辐照室外薄膜进出路线两侧(对称)	职业人员	0.026	0.058
	8 操作位	职业人员	0.032	0.018
	9 监督区外公众	公众	0.032	0.018
	10 辐照室底部	职业人员	/	0.422

## (6) 辐射环境影响评价

根据表 11-3 理论计算, 1.0MeV 加速器机房周围的空气吸收剂量率理论计算最大值为  $0.079\mu\text{Gy/h}$ , 生产 0.5MeV (150mA) 加速器机房周围的空气吸收剂量率理论计算最大值为  $0.422\mu\text{Gy/h}$ , 均满足《 $\gamma$  射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002) I 类电子束辐照装置沿整个辐照装置表面测量距表面 5cm 处的空气比释动能率不大于  $2.5\mu\text{Gy/h}$  的防护要求。

## (7) 辐射工作人员和公众剂量估算及评价

## ——辐射工作人员剂量估算及评价

本项目调试 1.0MeV 加速器的和调试 0.5MeV 加速器的人员为同一批辐射工作人员, 因此表 11-3 中的人员剂量需进行叠加, 本项目生产 10 台 0.5MeV 加速器和 10 台 1.0MeV 加速器的人员年受照剂量为  $0.067\text{mSv/a}$ 。加速器生产(调试)职业人员的年受照剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中个人剂量限值(公众  $20\text{mSv/a}$ ) 的要求, 并满足《辐照加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010) 中: 职业照射个人年有效剂量限值为  $5\text{mSv/a}$ 。

## ——公众剂量估算及评价

根据表 11-3 可知, 1.0MeV 加速器监督区外公众保守按长期居留估算所受到的年受照剂量为 0.044mSv/a, 0.5MeV 加速器监督区外公众保守按长期居留估算所受到的年受照剂量为 0.032mSv/a, 叠加后为 0.076mSv/a。7#车间南侧的办公室距离调试区域监督区边界 11m, 通过距离衰减, 加速器调试时对办公室内工作的工作人员造成的剂量小于 0.001mSv/a。综上所述, 加速器机房外公众的年受照剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中个人剂量限值(公众 1mSv/a)的要求, 并满足《辐照加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010)中: 公众个人年有效剂量限值为 0.1mSv/a。

### 11.3 本项目加速器使用对辐射环境的影响

本项目使用的 0.5MeV 加速器即为本项目自行生产的加速器。本项目使用加速器时每班操作人员的工作时间为 3000h/a, 加速器的最大束流为 60mA, 低于设计生产的 0.5MeV 加速器, 其他计算条件均一致。计算公式也参考 11.2 本项目加速器生产对辐射环境的影响章节。使用 PBT0.5 加速器辐照光伏产业用薄膜时需要配备收放卷装置, 收放卷装置距离薄膜进出口 2m。预测点位增加了收放卷操作位。预测点计算防护参数见表 11-4。

表 11-4 计算参数表

加速器	位置	屏蔽 (mm)	受影响的人员	居留因子 T	d (m)
0.5MeV 加速器	1 辐照室外薄膜进出口 (对称)	272钢+463混凝土	职业人员	1/4	1.154
	2 收放卷操作位 (对称)	272钢+463混凝土	职业人员	1	3.154
	3 辐照室外薄膜进出路线两侧 (对称)	270钢	职业人员	1/4	1.265
	4 操作位	270钢	职业人员	1	5.3
	5 监督区外公众	270钢	公众	1	2.265
	6 辐照室底部	300钢	职业人员	/	0.464

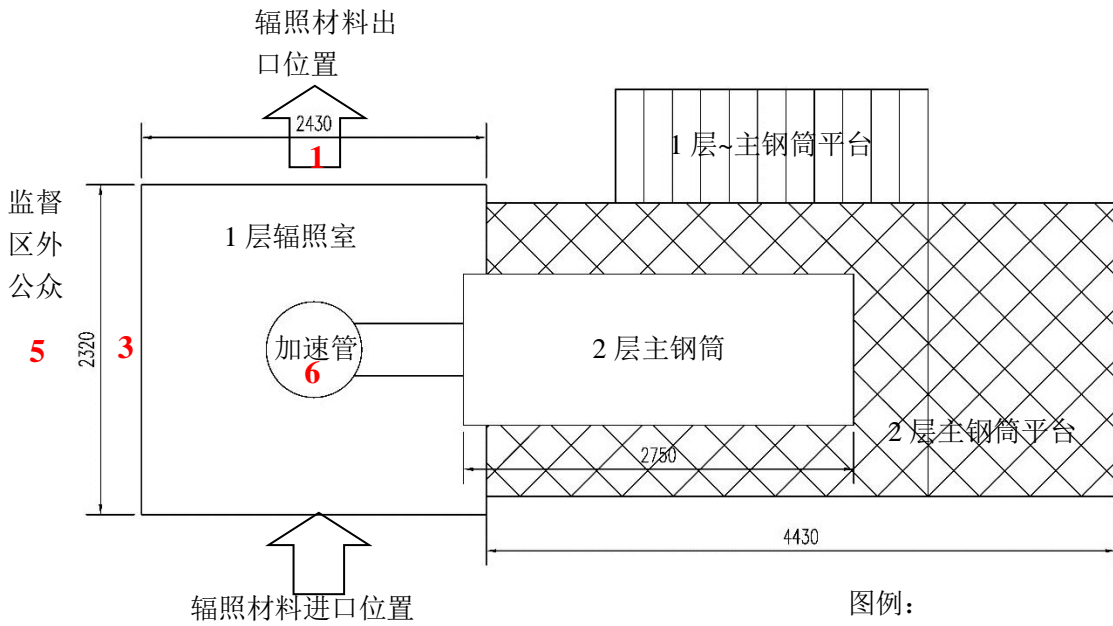
加速器辐照加工时, 按每班工作人员工作时年 3000 小时开机时间, 理论计算在 60mA 的最大管电流条件下, 在 90° 方向工作负荷 W 为  $4.86 \times 10^8 (\text{mSv} \cdot \text{m}^2/\text{a})$ , 在 0° 方向工作负荷 W 为  $7.56 \times 10^7 (\text{mSv} \cdot \text{m}^2/\text{a})$ 。

计算结果见表 11-5。

表 11-5 现有设计参数条件下辐射影响计算结果

加速器	位置	人员	人员年有效剂量 (mSv/a)	空气吸收剂量率 (μGy/h)
0.5MeV 加速器 (使用)	1 辐照室外薄膜进出口 (对称)	职业人员	<0.001	<0.001
	2 收放卷操作位 (对称)	职业人员	<0.001	<0.001
	3 辐照室外薄膜进出路线两侧 (对称)	职业人员	0.017	0.023
	4 操作位	职业人员	0.004	0.001
	5 监督区外公众	公众	0.022	0.007
	6 辐照室底部	职业人员	/	0.169

2 收放卷操作位 4 层操作位



单位: mm

图11-3 使用PBT0.5加速器预测点位置示意图

根据表 11-5 理论计算, 使用 0.5MeV (60mA) 加速器机房周围的空气吸收剂量率理论计算最大值为 0.169μGy/h, 均满足《γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002) I 类电子束辐照装置沿整个辐照装置表面测量距表面 5cm 处的空气比释动能率不大于 2.5μGy/h 的防护要求。

——辐射工作人员剂量估算及评价

本项目使用 1 台 0.5MeV 加速器的辐射工作人员的年受照剂量为 0.017mSv/a。

加速器职业人员的年受照剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中个人剂量限值（公众 20mSv/a）的要求，并满足《辐照加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T25306-2010）中：职业照射个人年有效剂量限值为 5mSv/a。

#### ——公众剂量估算及评价

根据表 11-5 可知，0.5MeV 加速器监督区外公众保守按长期居留估算所受到的年受照剂量为 0.022mSv/a，加速器机房外公众的年受照剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中个人剂量限值（公众 1mSv/a）的要求，并满足《辐照加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T25306-2010）中：公众个人年有效剂量限值为 0.1mSv/a。

### 11.4 迷道及防护门屏蔽防护分析

各面多层防护材料之间均采用阶梯式嵌合方式（见图 11-4 所示），能够保证进入接缝的射线经过多次散射，不会造成接缝处射线泄漏。

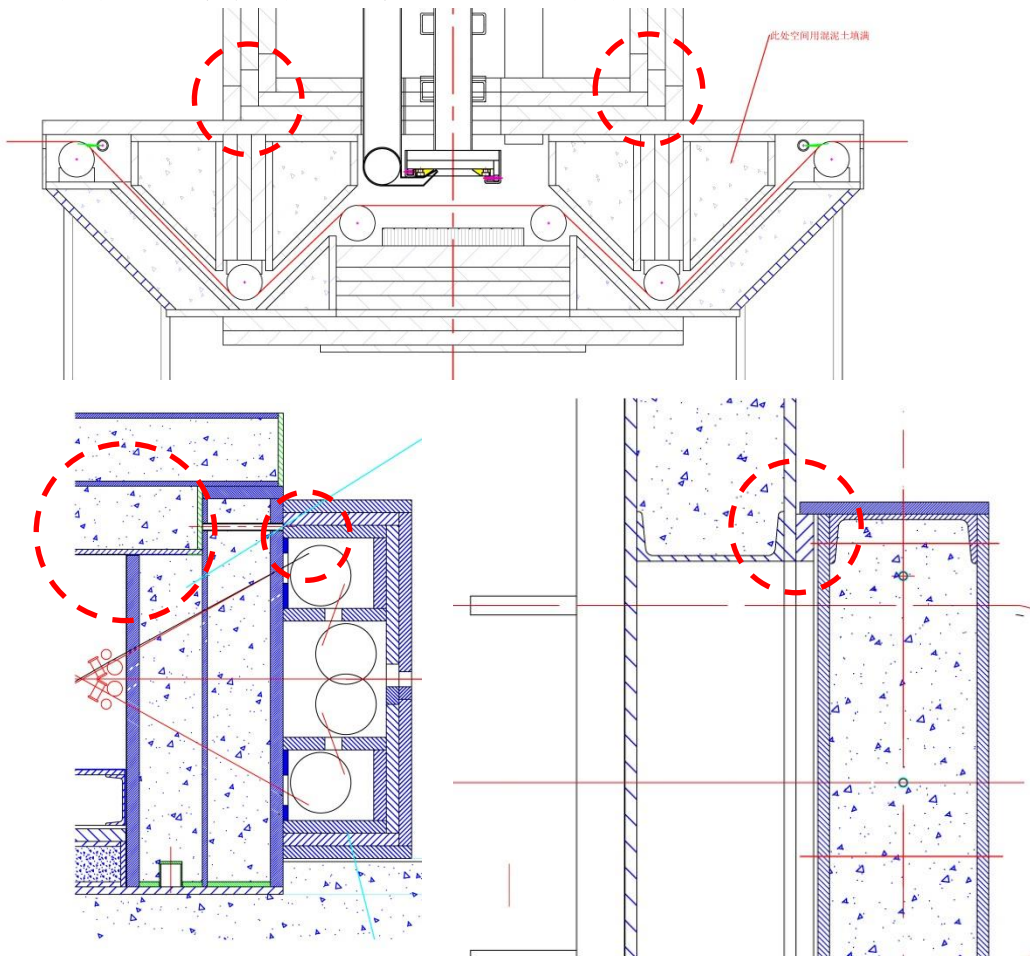


图 11-4 设备搭接位置结构图

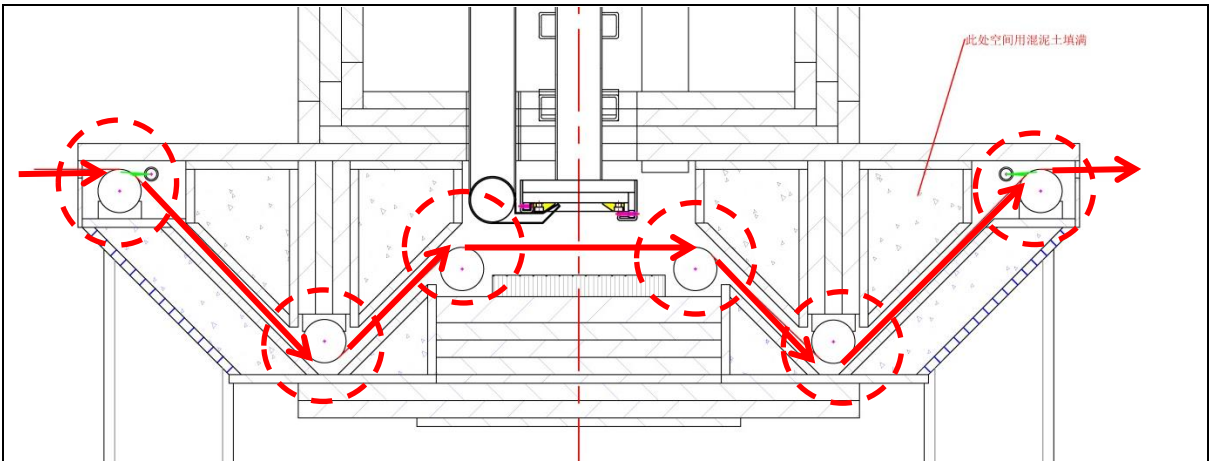


图 11-5 0.5MeV 加速器薄膜进出路径

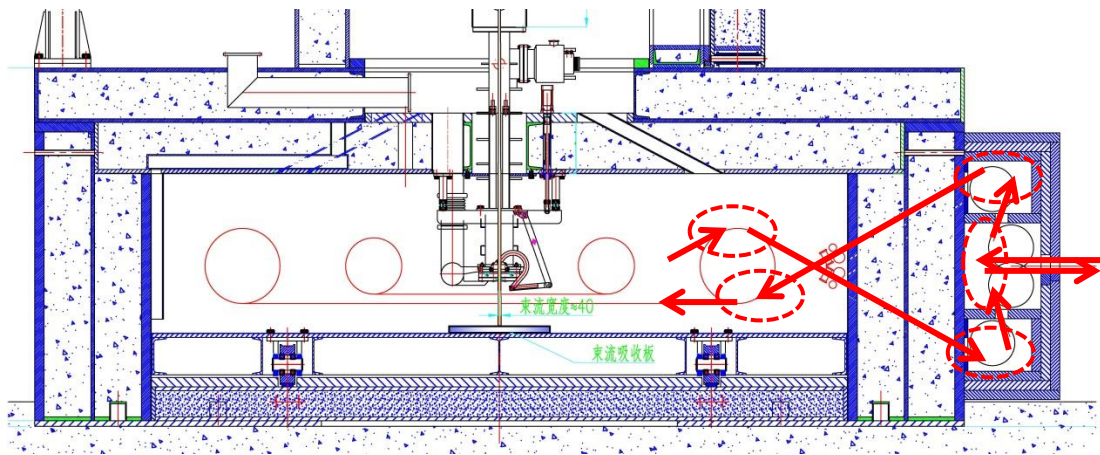


图 11-6 1.0MeV 加速器电线进出路径

1.0MeV 加速器进出通道需要穿屏蔽部分均设计成斜穿方式,0.5MeV 和 1.0MeV 加速器的物料进出加速器会经过多次转向（三次）才能从辐照室内到达出入口处，根据《辐射防护导论》（方杰主编）P189 以及《辐射防护手册（第一分册）》相关内容可知，“如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”。本项目加速器迷道及防护门屏蔽防护设计满足辐射防护要求。

### 11.5 电缆管线评价

本项目加速器为自屏蔽结构，各主要部件的电缆连接均位于设备内部，控制电缆与外部的连接远离高辐射的辐照室，在主钢筒附近接出加速器的屏蔽体，所有电缆管道口处均做补偿措施，电缆管出口处辐射剂量将在控制范围内，能够满足辐射防护的要求。

综上所述，本工程 1.0MeV 加速器和 0.5MeV 加速器的屏蔽设计满足辐射防护要求。



## 11.6、三废对环境的影响

本项目运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生。

辐照室是产生臭氧的主要场所，臭氧对人体健康危害较大，因此，本项目中主要考虑辐照室内的臭氧污染影响。

根据《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）附录 E，假设本项目电子加速器在工作时，辐照期间辐照室在通风、臭氧无分解且在辐照室内均匀分布情况下，则辐照室内臭氧饱和浓度可采用下列经验公式计算：

$$C = 2.79 \times \frac{Id_e}{V} (1 - e^{-\frac{v}{V}t})$$

式中：

C —— 辐照室的臭氧饱和浓度，mg/m<sup>3</sup>；

I —— 电子束流强度，mA，本项目 1.0MeV 加速器 I=80mA；0.5 MeV 加速器 I=150mA；

V —— 辐照室的体积，m<sup>3</sup>，1.0MeV 加速器辐照室体积 7 m<sup>3</sup>，0.5MeV 加速器辐照室体积 0.28 m<sup>3</sup>；

d<sub>e</sub> —— 电子束在空气中径迹长度，本项目取 10cm；

v/V —— 换气能力，v 排风速率（本项目排放速率取 3600m<sup>3</sup>/h，即 60m<sup>3</sup>/min）

t —— 加速器辐照时间，60min。

由理论计算可知，加速器工作时，1.0MeV 加速器辐照室内的臭氧饱和浓度为 318.9mg/m<sup>3</sup>，0.5MeV 加速器辐照室内的臭氧饱和浓度为 14946mg/m<sup>3</sup>，

加速器停止工作后，臭氧不再产生，使辐照室内臭氧浓度降至国家规定限值时，工作人员才能进入辐照室，所需通风时间为：

$$T = \frac{\ln \frac{C_p}{C_s}}{\frac{v}{V}}$$

式中：C<sub>s</sub> —— 《辐射加工用电子加速器工程通用规范》中（GB/T 25306-2010）“臭氧，最高容许浓度：0.3mg/m<sup>3</sup>。”；

C<sub>p</sub> —— 辐照室内臭氧的饱和浓度，mg/m<sup>3</sup>；

v —— 排风速率，60m<sup>3</sup>/min；

V —— 辐照室的体积，m<sup>3</sup>。

由上式计算结果知，1.0MeV 电子加速器停止工作后，加速器辐照室内通风系统以通风速率  $60\text{m}^3/\text{min}$  继续工作，通过 0.81min（48.6s）的通风排气，0.5MeV 电子加速器通过 0.05min（3s）的通风排气，辐照室内的臭氧浓度可满足《辐射加工用电子加速器工程通用规范》中（GB/T 25306-2010）“臭氧，最高容许浓度： $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ”。故本项目 1.0MeV 加速器停止运行约 48.6s、0.5MeV 加速器停止运行 3s 后，工作人员才可打开辐射室移门对束下系统操作或维修。由于加速器移门开启到位时间约 2min，远大于 48.6s，因此等移门开启到位后，此时臭氧对辐射工作人员的影响很小。

本项目加速器排风管道未破坏辐照室屏蔽墙整体防护效果，满足辐射防护的要求。排放的臭氧在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。本项目废气治理措施满足要求。

本项目加速器屏蔽体制造时产生的少量多余的混凝土为一般建筑垃圾，总量约为  $70\text{kg}/\text{a}$ ，委托环卫部门清运后不会对环境造成影响。

#### 事故影响分析

本项目最大可信事故为：因工作人员在维修保养加速器的时候操作不当将联锁装置破坏，当加速器出现系统故障时，联锁装置不能发挥应有的作用，此时工作人员若打开其中一道防护门加速器仍处于工作状态，则会造成人员受到一定剂量辐照。本项目使用的工业电子加速器属于 II 类射线装置，为中危险射线装置。根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理与报告制度的通知》（环发[2006]145 号文）之规定，该类射线装置可能发生的事故是射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。根据通知中规定的辐射事故分类和分级处理原则，此类事故属于一般辐射事故。

为杜绝事故隐患，中广核达胜加速器技术有限公司应加强管理，严格按操作规程操作，每次辐照作业前检查各项安全联锁装置的有效性，定期监测加速器机房周围的辐射水平，确保工作安全有效运转。

当发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告，公司应当立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。



表 12 辐射安全管理

### 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用 II 类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

企业已设置了专门的辐射安全与环境保护管理机构，由公司总经理、各事业部总经理、经理和调试人员组成，配备了 1 名本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；在项目运行前，已将新增销售和使用（包括售后安装、调试）X 射线装置的辐射安全管理机构纳入企业整体的辐射安全管理范围内。

为提高公司员工辐射防护知识及安全意识，公司拟组织相关人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，每台设备安排 2 名经培训合格的工作人员上岗。

### 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

公司已根据相关要求，制定了辐射防护管理规章制度，包括：

《辐射安全操作规章制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护管理人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《安全装置定期检查与维护规章制度》、《放射性同位素和射线装置使用登记制度》、《辐射工作人员教育培训制度》、《辐射工作人员健康管理制度》、《剂量监测规章制度》、《销售控制制度》、《放射性废物及其他有害废物处置措施》、《辐射事故应急响应方案》。

公司制定的辐射安全管理规章制度基本完备，企业在过去的辐射相关工作中认真执行了上述的规章制度，未发生重大的辐射安全事故。

## 辐射监测

### 1. 环境监测方案

#### (1) 个人剂量检测

企业拟开展辐射工作人员个人剂量监测，每 3 个月将个人剂量计收集后统一送有资质的单位检测。企业内辐射安全管理机构对个人剂量监测结果（检测报告）统一管理，建立档案，长期保存。

#### (2) 工作场所辐射环境检测

企业每年委托有监测资质的单位对辐射工作场所进行年度监测；连同年度辐射环境评估报告一并在次年 1 月 31 日前送交环保部门。

企业定期（每月）用巡检仪对工作场所进行环境自检，保存相关记录。设备出现故障维修后，经检定达到国家标准后再次启用。

### 2. 环境监测仪器配备

每名辐射工作人员拟配备个人剂量计，工作期间随身佩戴。

每名调试工作人员在工作时佩戴 1 台剂量报警仪，工作时随身携带。新增 0.5MeV 加速器配备 2 台剂量报警仪，2 名操作人员工作时随身携带。

企业配备至少 1 台 X- $\gamma$  辐射个人剂量率监测仪，定期自检，保存检测记录。

## 辐射事故应急

中广核达胜加速器技术有限公司已制定了《辐射事故应急响应方案》，成立了辐射事故应急响应领导小组，小组由企业领导、专职安全员和兼职安全员组成，同时规定了应急小组的主要职责，应急处理程序，宣传、培训及演练等内容。

公司制定的应急预案有效可行，还需要明确各小组成员的职责与分工，以及应急事故处理相关的联系方式。同时还要补充演习计划、方案。

在事故发生后，应在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，1 小时内向当地环境保护部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射时，还应同时报告当地卫生主管部门。落实以上措施后，该公司的辐射事故应急措施能够满足辐射安全的要求。

表 13 结论与建议

## 结论

**实践正当性评价：**本项目生产、销售加速器以及使用加速器进行辐照加工具有巨大的经济利益，同时通过完善的屏蔽设计和安全联锁设计可以使加速器运行时的辐射影响处于很低的水平，因此该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

**选址、布局评价：**中广核达胜加速器技术有限公司厂址位于江苏省苏州市吴江区黎里镇北库社区库西路，公司北侧为吴江北库金属建材厂，本项目附近的厂界西侧隔库西路为奥开包装、三棱公司、富荣鞋业、富龙鞋业、东新鞋厂等企业，东侧和南侧为元鹤荡。本项目 1.0MeV 和 0.5MeV 自屏蔽加速器生产位于 7#生产车间，0.5MeV 自屏蔽加速器使用位于辐照 C 区南侧。本项目周围 50m 范围均位于企业厂区内，本项目周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目环境保护目标主要是加速器辐射工作人员、厂区内其他工作人员。加速器出束时，辐照室及其顶部均无人员停留，本项目加速器布局合理可行。

**辐射防护措施评价：**本项目 0.5MeV 加速器为卧式自屏蔽地上钢结构，1.0MeV 加速器为卧式自屏蔽地上钢板包混凝土结构。根据理论预测可知，本项目加速器屏蔽体的厚度均能满足防护要求；电缆管道、电线电缆进出通道、通风管道的设置合理可行，均未破坏加速器的屏蔽效果，该公司辐射防护措施满足当前的管理要求。

**辐射安全措施评价：**本项目设置安全联锁装置有：钥匙开关、急停开关、门机联锁和工作状态指示灯联锁；安全警示及监测装置有：工作状态指示灯、声光报警、剂量监测探头、中文警示说明。本项目的辐射安全措施满足《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-85）中对辐射装置安全系统的安全性和冗余性要求。

**辐射环境影响评价：**根据估算结果可知，本项目辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目管理目标（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）的剂量限值要求。

**臭氧对环境影响评价：**本项目加速器辐照室内设置有机机械通风系统，1.0MeV 电子加速器停止工作后，加速器辐照室内通风系统以通风速率 60m<sup>3</sup>/min 继续工作，通过 0.81min（48.6s）的通风排气，0.5MeV 电子加速

器通过 0.05min (3s) 的通风排气, 辐照室内的臭氧浓度可达到《辐射加工用电子加速器工程通用规范》中 (GB/T 25306-2010) “臭氧, 最高容许浓度:  $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ”。故本项目 1.0MeV 加速器停止运行约 48.6s、0.5MeV 加速器停止运行 3s 后, 工作人员才可打开辐射室移门对束下系统进行操作或维修。由于加速器移门开启到位时间约 2min, 远大于 48.6s, 因此等移门开启到位后, 臭氧对辐射工作人员的影响很小。室内臭氧通过排风系统排入外环境, 臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气, 对环境影响较小。

**辐射安全管理评价:** 中广核达胜加速器技术有限公司已成立了辐射安全和环境保护管理机构, 指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作, 并明确了辐射防护管理小组的主要职责; 公司制定了相关的辐射管理制度及辐射事故应急预案等, 其还应根据本项目具体情况补充完善相关的辐射管理制度; 公司部分辐射工作人员已参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核, 并拟开展个人剂量监测和职业健康体检, 公司已建立辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案。

**辐射防护监测仪器:** 公司已配备 1 台 X- $\gamma$  剂量率巡检仪, 每台加速器工作场所拟配备 2 台便携式剂量报警仪。每个调试场所四周隔离围栏各配置 1 个固定式在线辐射安全报警仪。

### 总结论:

综上所述, 中广核达胜加速器技术有限公司新增 1.0MeV 和 0.5MeV 加速器生产、销售、使用及销售、使用加速器项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后, 将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施, 其运行对周围环境产生的影响较小, 故从辐射环境保护角度论证, 该项目的建设运行是可行的。

### 建议

1. 设备开机调试或测试时严格遵循操作规程, 加强对操作人员和管理人辐射安全教育, 避免意外照射事故。
2. 公司定期对所有安全设施、辐射监测仪表的有效性和可靠性进行检查。
3. 根据新的法律法规和行业标准并结合实际工作, 不断对规章制度进行补充完善。

附表：“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作	设立辐射安全管理机构，指定 1 名本科学历管理人员，并以文件形式明确机构内各人员职责。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：1.0MeV 自屏蔽加速器使用钢板夹加铁混凝土的屏蔽材料进行屏蔽，辐照室四周最薄位置处的屏蔽为 120mm 钢+500mm 加铁混凝土，顶部加速管屏蔽使用 20mm~70mm 的铅。0.5MeV 自屏蔽加速器使用钢板加少量混凝土的屏蔽材料进行屏蔽，辐照室四周最薄位置处的屏蔽为 270mm 钢，顶部加速管屏蔽使用 20mm~80mm 的铅。销售中科海维的射线装置现场调试时屏蔽依托购买企业的实体屏蔽	加速器装置周围 5cm 处辐射剂量率低于 GBZ141-2002 中 2.5 $\mu$ Sv/h 的限值要求。人员年受照剂量满足 GB18871 中年限值和本项目剂量约束值：职业人员 5mSv/a、公众 0.1mSv/a。	140
	安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯、急停开关等）	安全联锁装置：1、钥匙开关：加速器开机时的重要控制部分用钥匙开关控制；2、急停按钮：加速器于控制柜系统面板和辐照可开关防护门的控制面板附近设急停开关；3、门机联锁：辐照室的移动门及 1.0MeV 加速器 2 层检修门与加速器高压联锁，另外，一层通往二层（PBT0.5）或三层（PBT1.0）平台的护栏入口的门上钥匙锁，与加速器开机钥匙捆绑；4 在屏蔽体外侧设置一个工作状态指示灯，并与加速器高压联锁；5 每个调试区域四周的围栏均安装辐射剂量探头，超过设定阈值切断该区域的总电源。安全警示及监测装置：1、屏蔽体外侧设置有工作指示灯，在辐照室防护门外表面设置电离辐射警示标志和中文警示说明；2、加速器设置两处声光报警装置，一个位于主机平台护栏，另外一个位于移门上方；3、	20

		在待辐照物品的进出口及操作控制区各安装一个剂量检测探头；4、公司在加速器周围设置隔离栏或者地面张贴警示线作为监督区边界。	
通风措施	通风措施	本项目两种能量加速器的通风系统在辐照室顶部设置了排风口，排风管经多次折转在磁扫描器所在屏蔽体内穿出，加速器拟安装的风机排风速率约3600m <sup>3</sup> /h。新风由送风机通过风管多次转角送入辐照室，臭氧和氮氧化物等废气不会泄露至车间内。	5
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	公司辐射工作人员参加并通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	1.0
	个人剂量监测	公司辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康体检。	2.5
	人员职业健康监护	建立了个人剂量档案和职业健康监护档案。	/
监测仪器和防护用品	环境辐射剂量巡测仪	配备至少1台环境辐射巡测仪。	/
	个人剂量报警仪	配备至少2台个人剂量报警仪。	0.5
辐射安全管理制度	操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备台账和使用登记制度、人员培训计划、监测制度、辐射事故应急措施	根据环评要求，按照项目的实际情况，补充完善辐射安全规章制度。	/
总计	—	—	169



## 环评委托书

苏州热工研究院有限公司：

经商谈，我公司委托贵院开展《新增 1.0MeV 和 0.5MeV 加速器生产、销售、使用及销售、使用加速器项目》核技术利用建设项目环境影响评价。项目地点：江苏省苏州市吴江区黎里镇北厍社区厍西路。

特此委托！

中广核达胜加速器技术有限公司

2018 年 5 月 2 日



## 射线装置使用承诺书

中广核达胜加速器技术有限公司单位加速器使用情况如下：

序号	射线装置名称	数量	最高能量	功率/剂量率/流强	射线装置类别	工作场所名称	活动种类
1	PBT0.5	1 台	0.5MeV	60mA	II类	辐照 C 区	使用
2	PBT0.5	10 台/a	0.5MeV	60~150mA	II类	6#、7# 生产车间	生产、销售、使用
3	PBT1.0	10 台/a	1.0MeV	80mA	II类	6#、7# 生产车间	生产、销售、使用
4	DZ9.0MeV 无损探伤加速器	15 台/a	9.0MeV	30Gy/min@1m	II类	/	销售、使用
5	DD5.0MeV 电子加速器	6 台/a	5MeV	30mA	II类	/	销售、使用
6	DZ10.0MeV 工业辐照加速器	15 台/a	10MeV	10mA	II类	/	销售、使用

本公司郑重承诺：以上资料完全属实。

单位名称(盖章)：中广核达胜加速器技术有限公司

2018 年 5 月 2 日



## 苏州热工研究院有限公司环境检测中心

# 检 测 报 告

报告编号：SNPI环检(电离)字[2018]第277号

项 目 名 称 达胜新增加速器生产、使用区域本底检测

委 托 单 位 中广核达胜加速器技术有限公司

检 测 类 型 电离本底检测

报 告 日 期 2018年5月21日

苏州热工研究院有限公司环境检测中心

(加盖检测报告专用章)



# 苏州热工研究院有限公司环境检测中心

## 检测报告

报告编号: SNPI环检(电离)字[2018]第277号

第 1 页/共 4 页

### 检测报告内容

检测项目	X-γ 辐射剂量率
委托单位	中广核达胜加速器技术有限公司
委托单位地址	苏州市吴江区汾湖镇北厍社区厍西路1288号
委托日期	2018年5月2日
检测日期	2018年5月8日
检测类别	空气中放射性
检测方式	现场检测
检测地址	中广核达胜加速器技术有限公司6#生产车间厂房和7#生产车间产房内和辐照C区车间厂房内南侧
检测所依据的技术文件名称及代号	《辐射环境监测技术规范》 HJ/T 61-2001 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》 GB/T 14583-1993
检测结果	见检测结果表。
检测结论	辐照C区的0.5MeV自屏蔽加速器使用区域X-γ辐射剂量率本底的范围为0.156~0.173 μSv/h; 生产车间0.5MeV和1.0MeV自屏蔽加速器生产车间区域X-γ辐射剂量率本底的范围为0.107~0.146 μSv/h。
备注	检测结果均未扣除宇宙射线响应值。

报告编制人	陶乃贵	报告审核人	黄彦君	授权签字人	陈超峰
签 名		签 名		签 名	
编制日期	2018.5.21	审核日期	2018.5.21	签发日期	2018.5.21

# 苏州热工研究院有限公司环境检测中心

## 检测报告

报告编号: SNPI环检(电离)字[2018]第277号

第 2 页/共 4 页

### 现场情况说明

检测环境条件	天气: 晴 温度: 25℃ 湿度: 51%RH 风速: 1m/s
检测设备	X-γ 辐射剂量率仪 FH40G+ (672E-10) HJ-5 能量响应范围: 40keV-4.4MeV; 剂量率测量 范围: 1nSv/h -100 μSv/h 有效期: 2018-03-06至2019-03-05
检测对象参数	环境本底
检测工况	环境本底
现场情况记录	拟使用0.5MeV自屏蔽加速器的区域位于辐照C区现有厂房内的南侧, 该区域目前为空地; 拟生产0.5MeV和1.0MeV自屏蔽加速器生产区位于6#生产车间和7#生产车间内, 该区域正在进行其他设备的生产, 生产区零散堆放少量工件。
检测点位	见检测点位示意图。

# 苏州热工研究院有限公司环境检测中心

## 检测报告

报告编号: SNPI环检(电离)字[2018]第277号

第 3 页/共 4 页

表 1 自屏蔽加速器生产区域和使用区域 X- $\gamma$  辐射剂量率检测结果

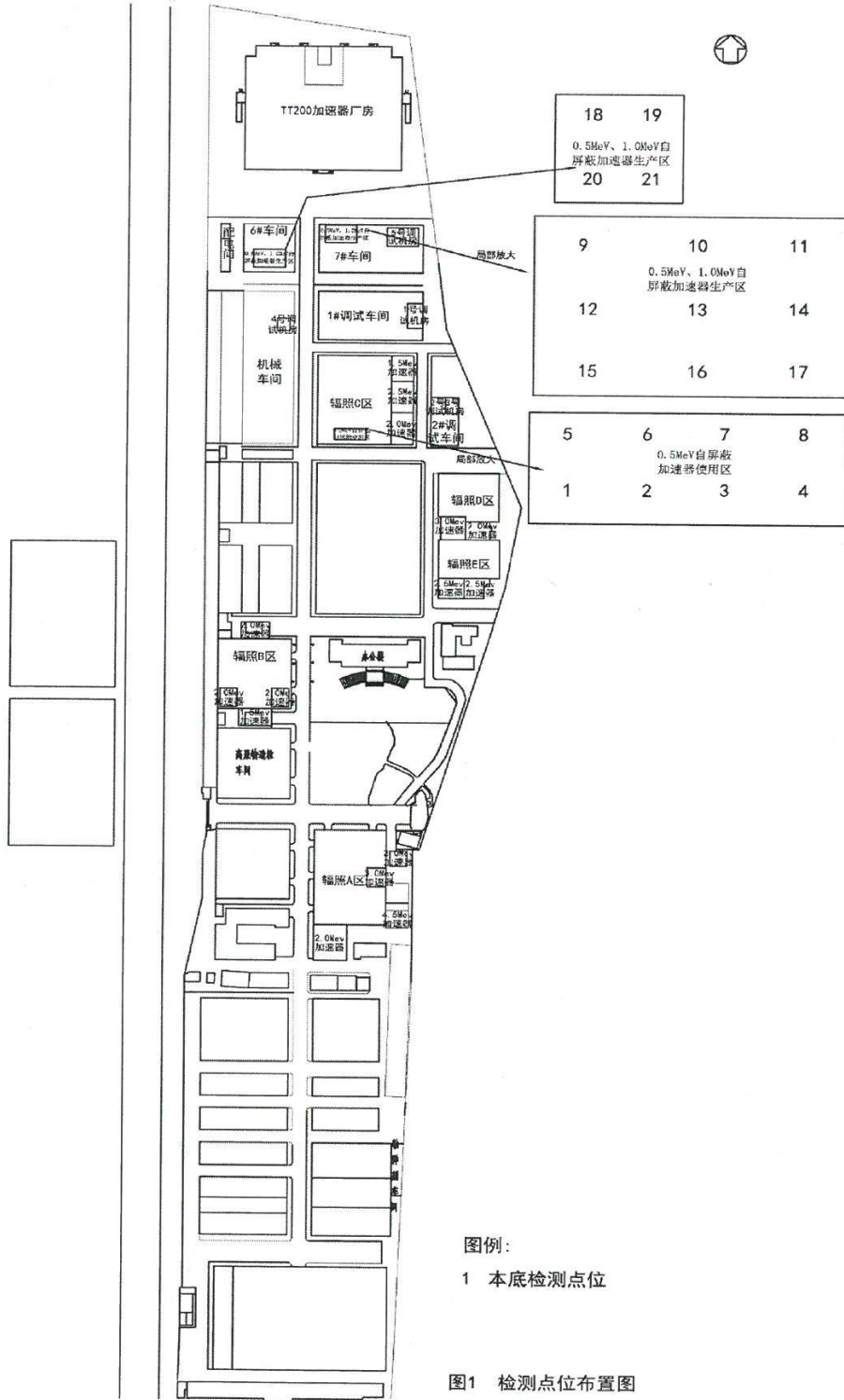
检测点序号	检测点位置	辐射剂量率( $\mu$ Sv/h)
1	自屏蔽加速器使用区	0.162 $\pm$ 0.011
2	自屏蔽加速器使用区	0.173 $\pm$ 0.009
3	自屏蔽加速器使用区	0.166 $\pm$ 0.009
4	自屏蔽加速器使用区	0.160 $\pm$ 0.015
5	自屏蔽加速器使用区	0.172 $\pm$ 0.008
6	自屏蔽加速器使用区	0.156 $\pm$ 0.008
7	自屏蔽加速器使用区	0.169 $\pm$ 0.003
8	自屏蔽加速器使用区	0.160 $\pm$ 0.002
9	自屏蔽加速器生产区	0.136 $\pm$ 0.001
10	自屏蔽加速器生产区	0.141 $\pm$ 0.002
11	自屏蔽加速器生产区	0.135 $\pm$ 0.003
12	自屏蔽加速器生产区	0.132 $\pm$ 0.001
13	自屏蔽加速器生产区	0.107 $\pm$ 0.003
14	自屏蔽加速器生产区	0.117 $\pm$ 0.003
15	自屏蔽加速器生产区	0.127 $\pm$ 0.004
16	自屏蔽加速器生产区	0.140 $\pm$ 0.005
17	自屏蔽加速器生产区	0.146 $\pm$ 0.007
18	自屏蔽加速器生产区	0.108 $\pm$ 0.007
19	自屏蔽加速器生产区	0.123 $\pm$ 0.011
20	自屏蔽加速器生产区	0.131 $\pm$ 0.009
21	自屏蔽加速器生产区	0.143 $\pm$ 0.009

-以下数据空白-

# 苏州热工研究院有限公司环境检测中心 检测报告

报告编号: SNPI环检(电离)字[2018]第277号

第 4 页/共 4 页



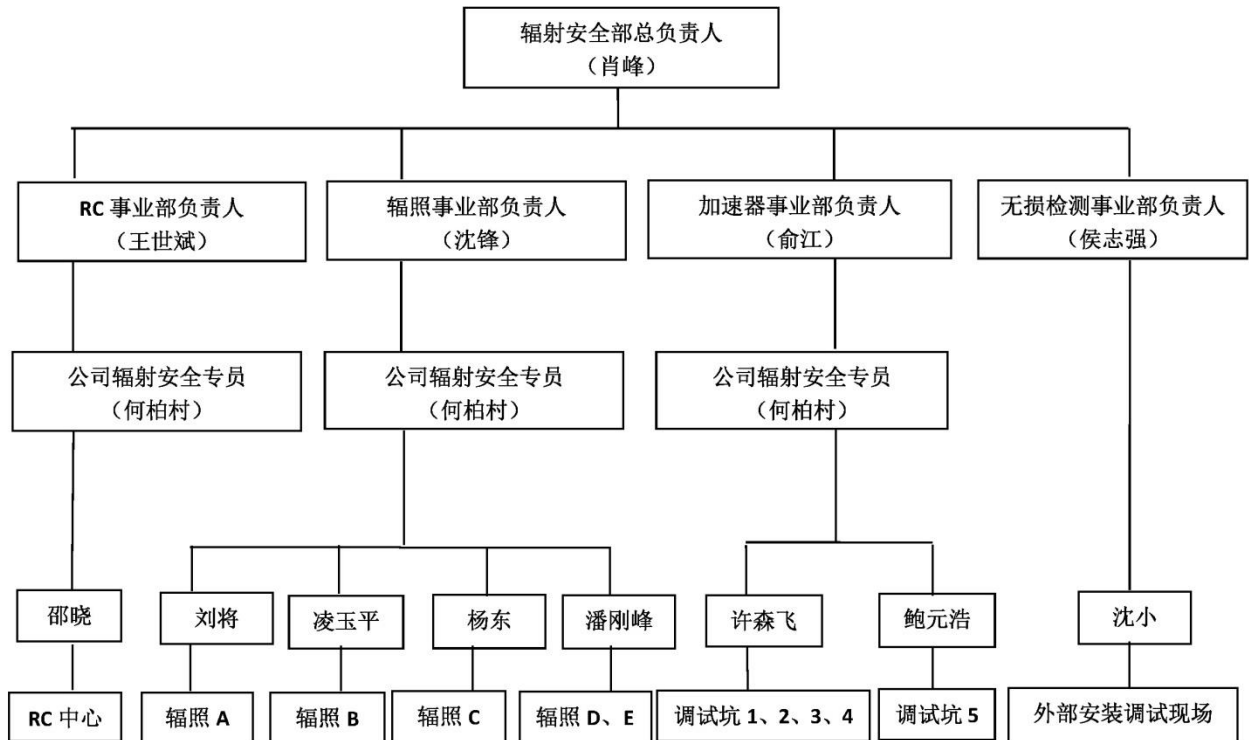


# 中广核达胜加速器技术有限公司

达胜加速器 2018 字第[012]号

## 关于成立达胜辐射安全与环境保护管理机构的决定

### 达胜辐射安全管理部组织机构图



职务	分管职责
辐射安全部总负责人	负责公司整体辐射防护的布署沟通协调监督工作，负责必要的人财物支持工作，参与辐射安全事故的调查和处理。
各事业部负责人	负责各事业部辐射防护的沟通协调监督工作，负责相关的人财物支持工作，参与辐射安全事故的调查和处理。
公司辐射安全专员	安排辐射工作人员的辐射安全与防护培训、职业健康体检、个人剂量监测；定期检查辐射安全防护设施、监测环境辐射水平；制定辐射安全防护管理制度。
各部门辐射安全员	负责各部门日常辐照加工、安装调试作业中辐射安全防护监督工作，熟练掌握加速器设备的操作规程与辐照工艺，能对加速器设备的常规故障进行判断和维修，严格遵守放射防护安全规章制度。

中广核达胜加速器技术有限公司

## 辐射工作安全责任书

为防治放射性污染，保护环境，保障人体健康，落实辐射工作安全责任，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》有关规定，中广核达胜加速器技术有限公司承诺：

一、单位负责人    (职务法人)为本单位辐射工作安全责任人。

二、设置专职机构(名称) 或指定专人负责放射性同位素与射线装置的安全和防护工作。

三、在许可规定的范围内从事辐射工作。

四、健全安全、保安和防护管理规章制度，制定辐射事故应急方案，并采取措施防止辐射事故的发生。一旦发生事故将立即报告当地环保部门。

五、建立放射性同位素的档案，并定期清点。

六、指定专人    负责放射性同位素保管工作。放射性同位素单独存放，不与易燃、易爆、腐蚀性等物品混存。确保贮存场所具有有效防火、防水、防盗、防丢失、防泄漏的安全措施。贮存、领取、使用、归还放射性同位素时及时进行登记、检查，做到账物相符。

七、保证其辐射工作场所安全、防护和污染防治设施符合国家有关要求，并确保这些设施正常运行。

八、发生任何涉及放射性同位素的转让、购买行为时，在规定时间内办理备案登记手续。



九、在运输或委托其他单位运输放射性同位素时，遵守有关法律法规，制定突发事件的应急方案，并有专人押运。

十、按有关规定妥善处置放射性废物或及时送城市放射性废物库贮存。

十一、对本单位辐射工作人员进行有关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急响应等知识的培训教育，持证上岗。

十二、每年对本单位辐射工作安全与防护状况进行一次自我安全评估，安全评估报告将对存在的安全隐患提出整改方案，安全评估报告报省(市)级环保部门备案。

十三、建立辐射工作人员健康和个人剂量档案。

十四、认真履行上述责任，如有违反，造成不良后果的，将依法承担有关法律及经济责任。

单位：中广核达胜加速器技术有限公司

法定代表人：

负责人：

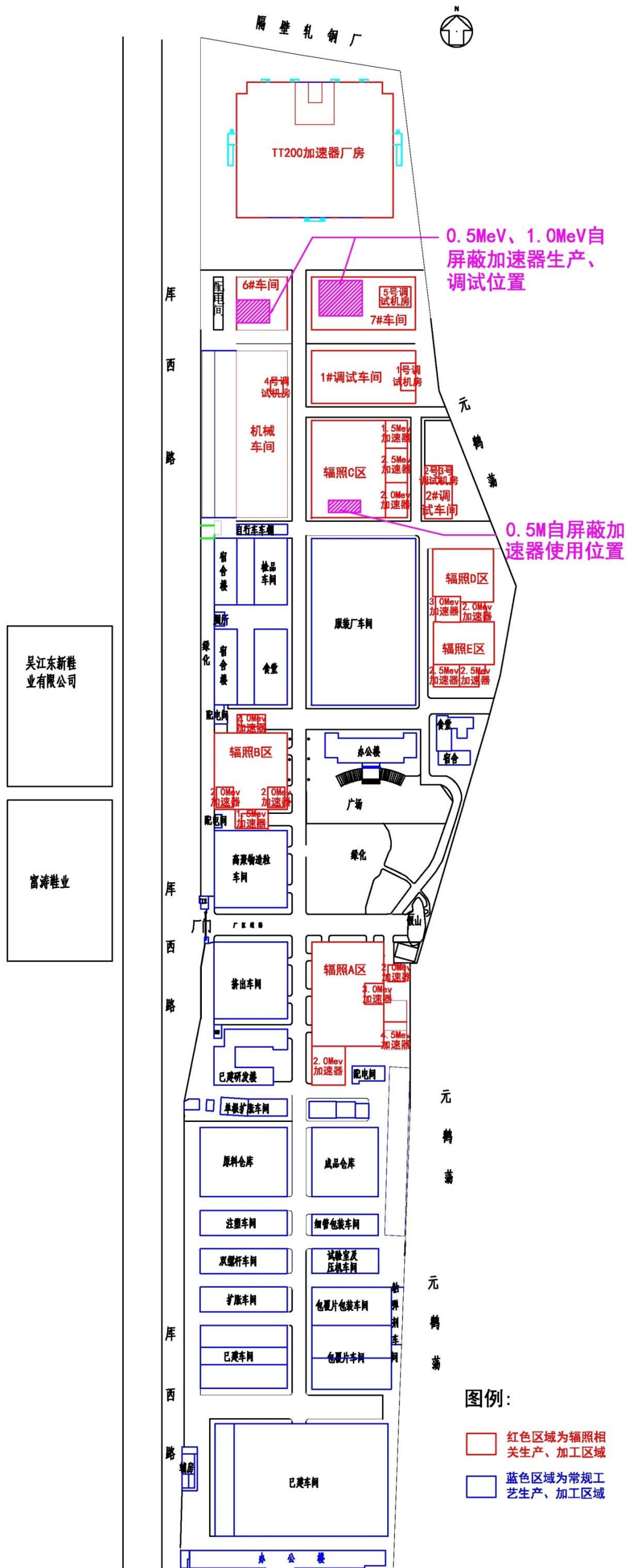
联系人：

电话：

日期：



附图 1 本项目地理位置示意图

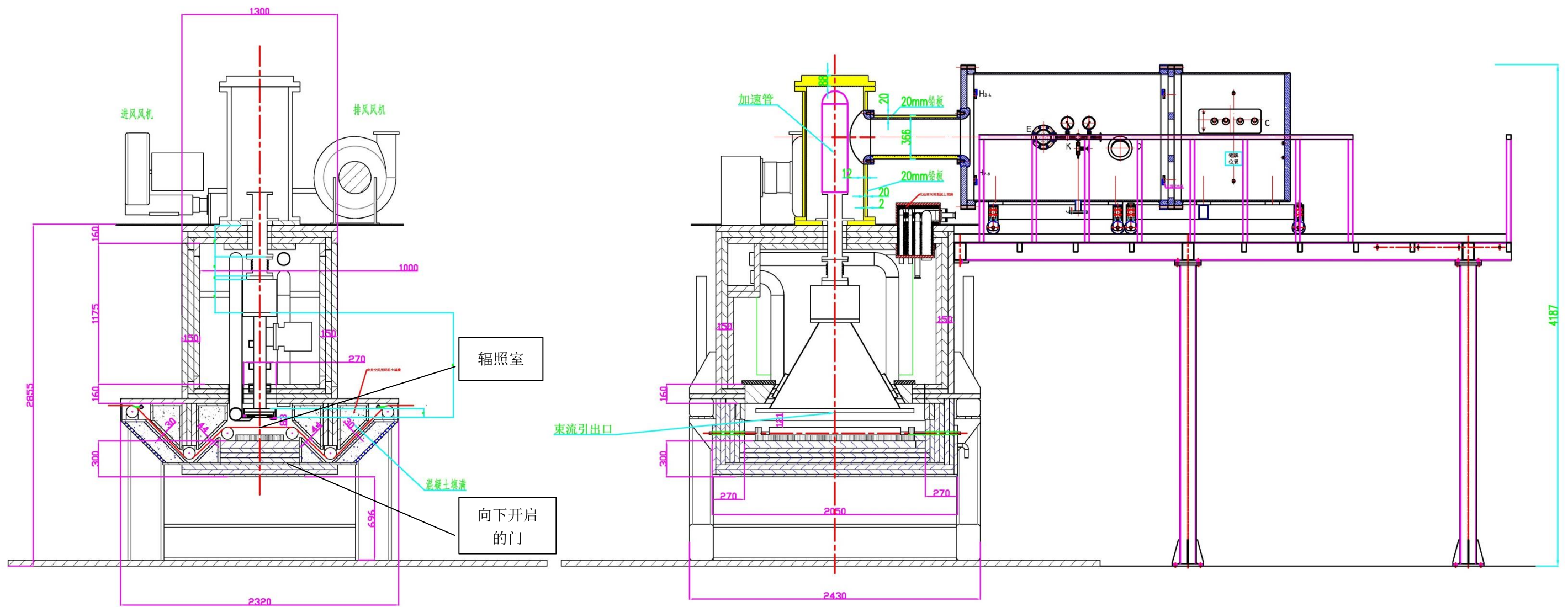


附图2 整个厂区总平面布置图





附图 3 项目周围环境示意图

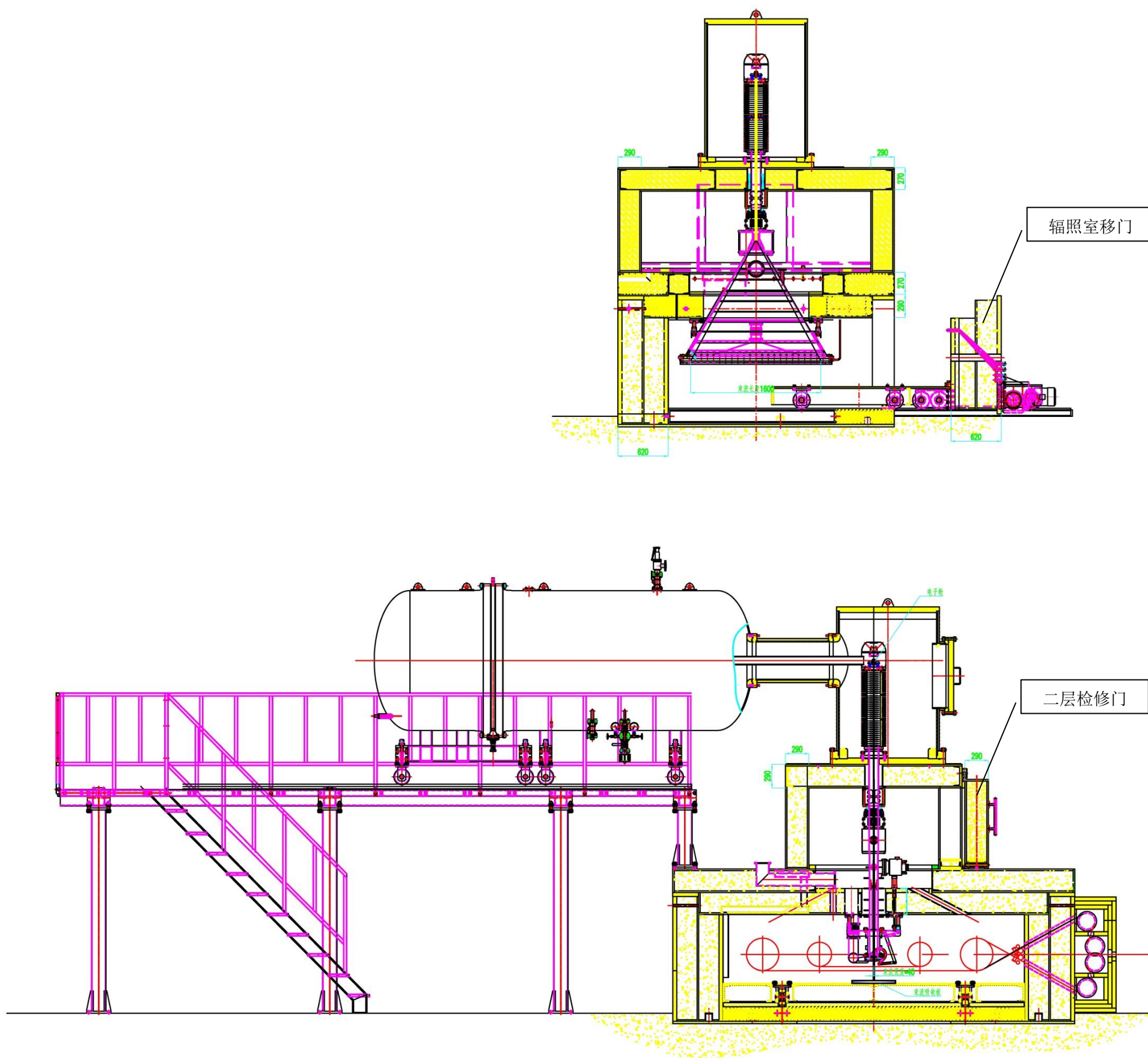


技术要求

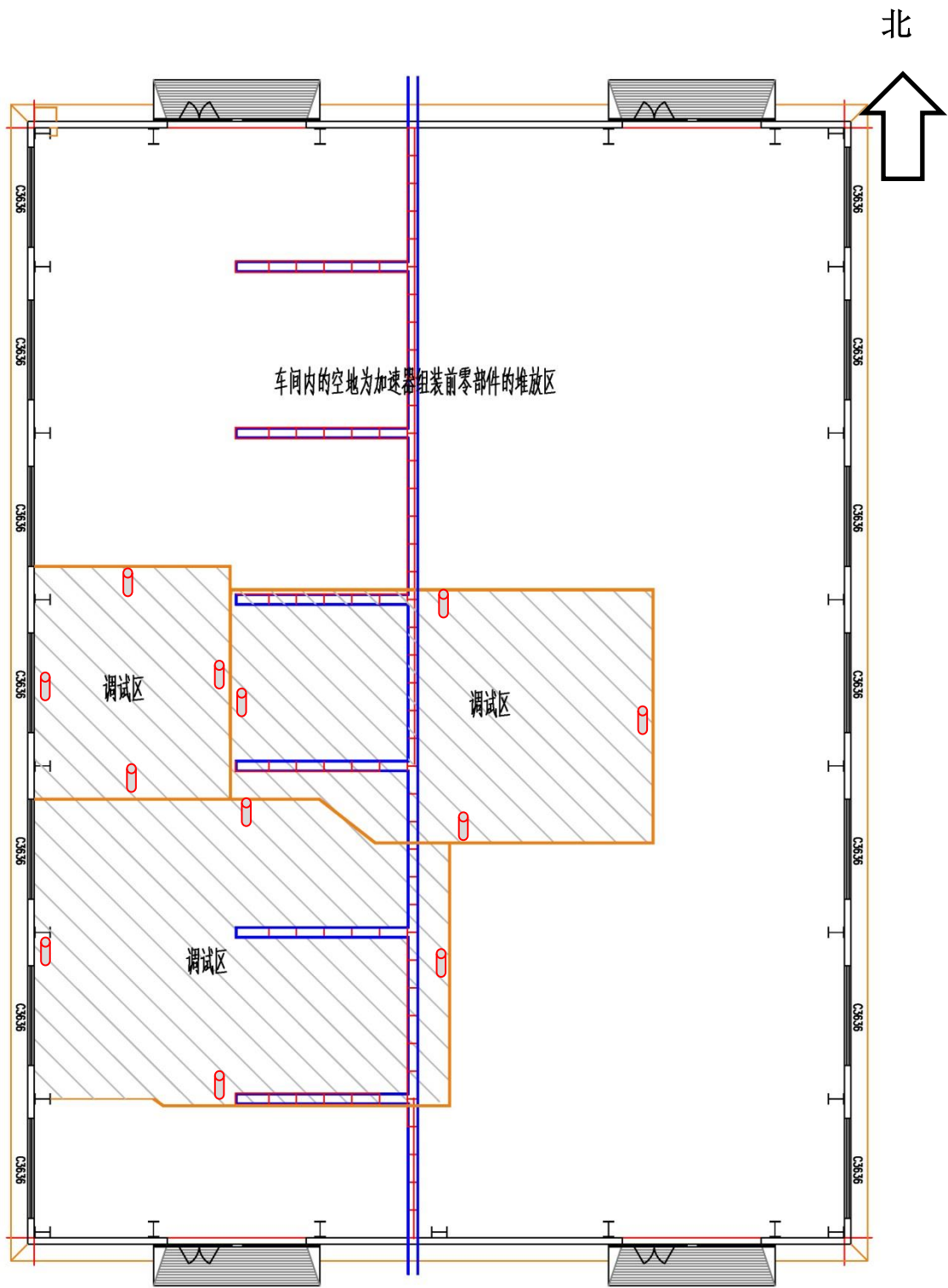
- 1、该屏蔽体采用钢板+混凝土制作
- 2、所有钢板需平整，屏蔽体一层内部需用2mm不锈钢304板复合，不锈钢板搭接必须密封焊，并做好板面防护，保证美观。
- 3、所有辊筒材质均为不锈钢304，转动灵活，做静平衡校正。
- 4、屏蔽体下半部分升降采用液压升降，需做好导向及限位
- 5、屏蔽体表面刷防锈漆

附图4 PBT 0.5MeV 加速器屏蔽设计图






附图5 PBT 1.0MeV 加速器屏蔽设计图



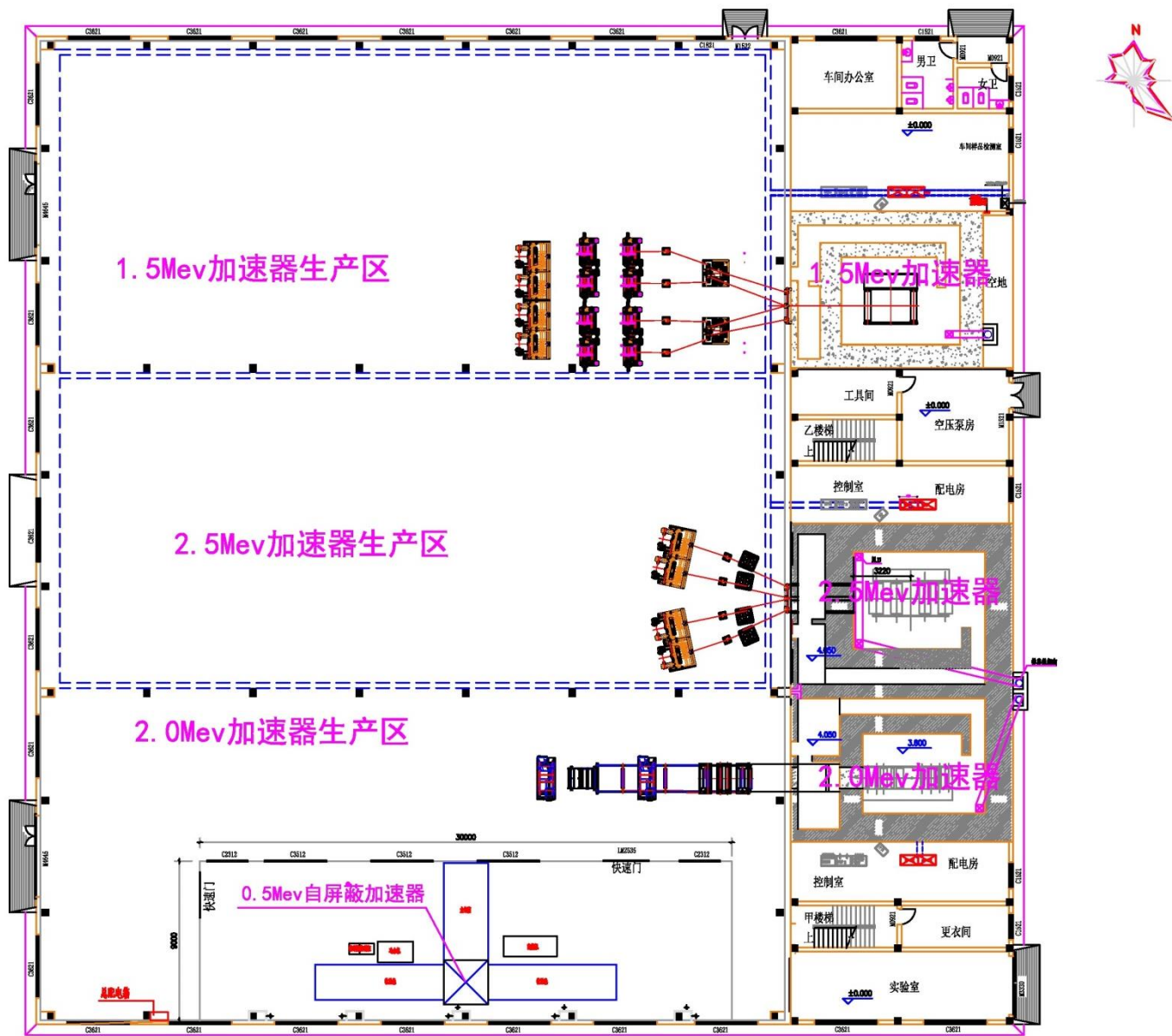
图例：

剂量探头： 

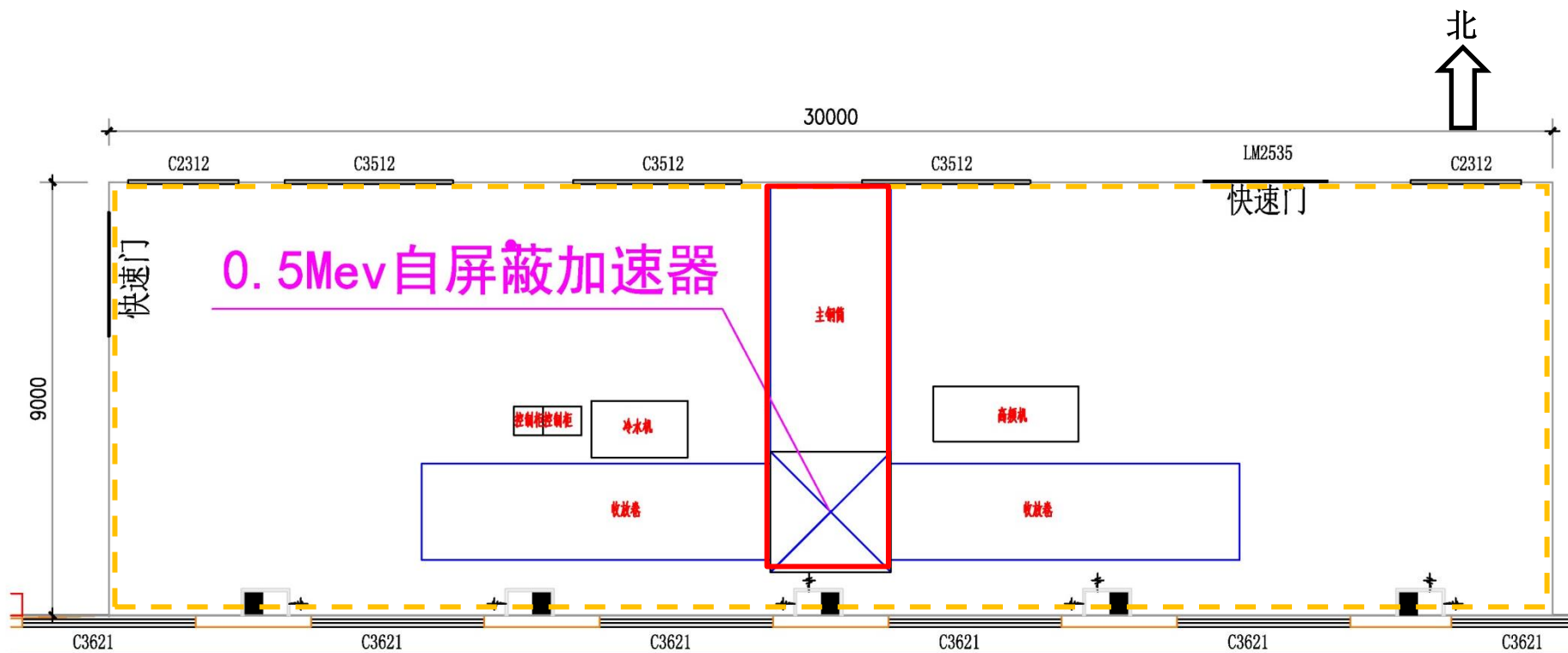
附图 6 6#车间调试区域分隔情况







附图8 辐照加工用0.5MeV加速器在辐照C区的位置图

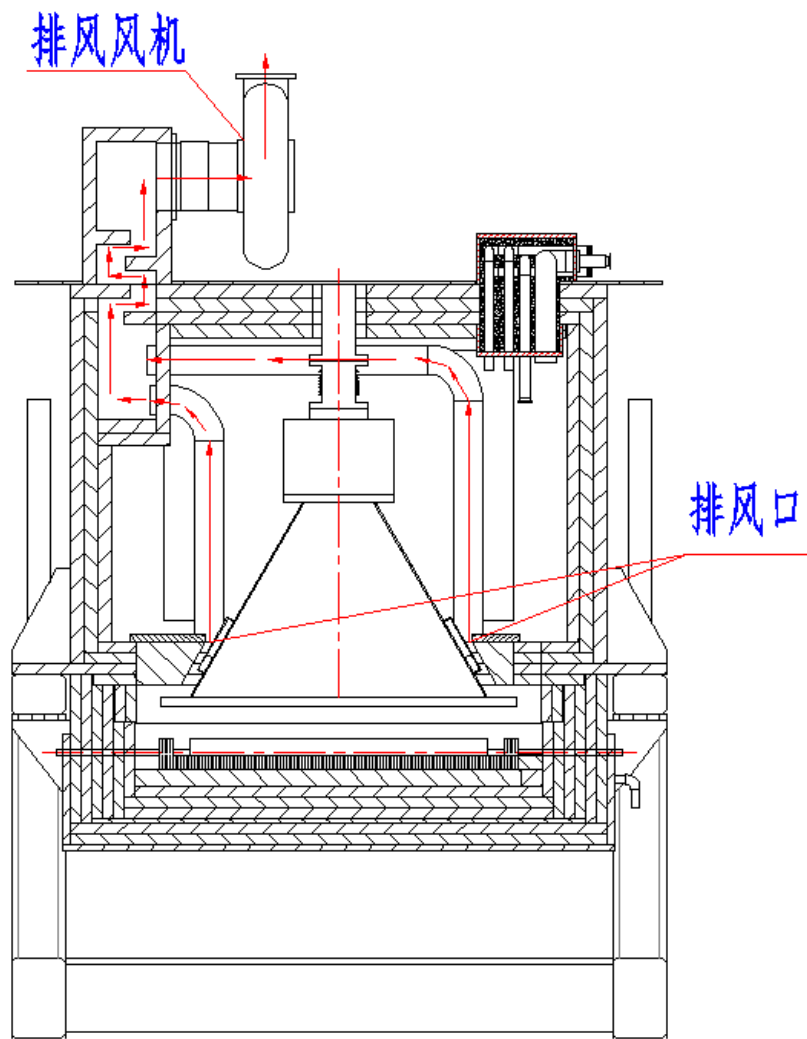


图例：

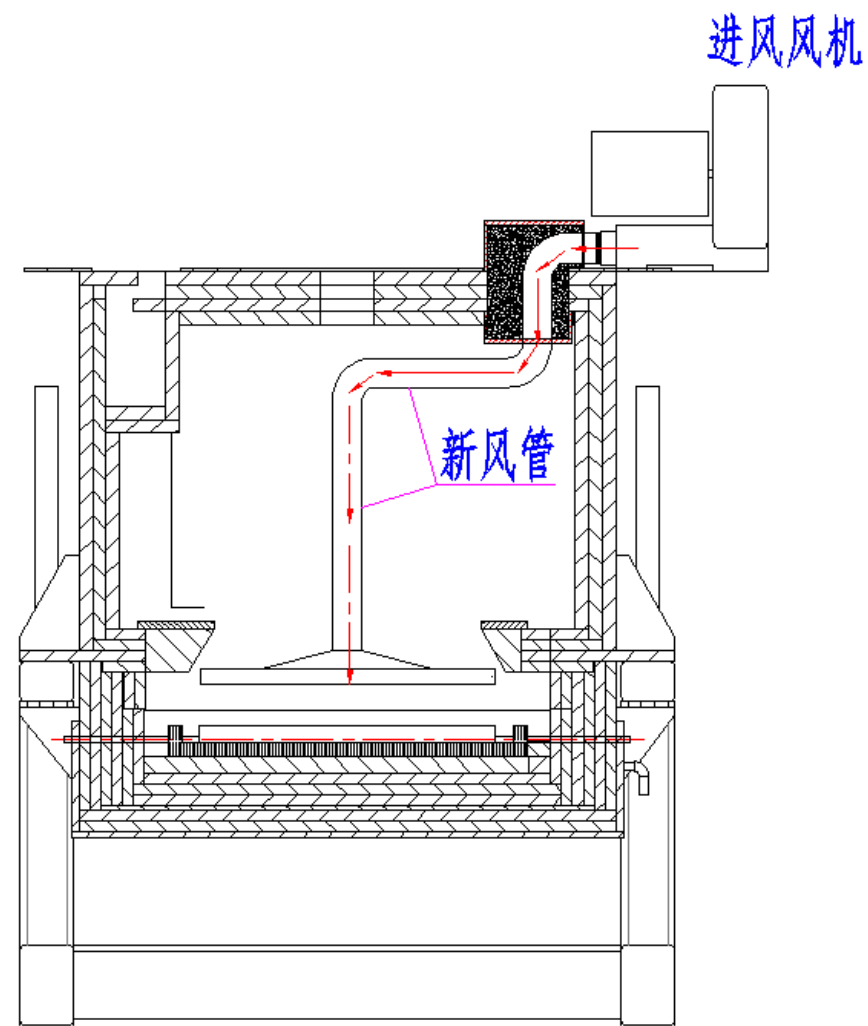
控制区：

监督区：

附图 9 辐照加工用 0.5MeV 加速器分区情况

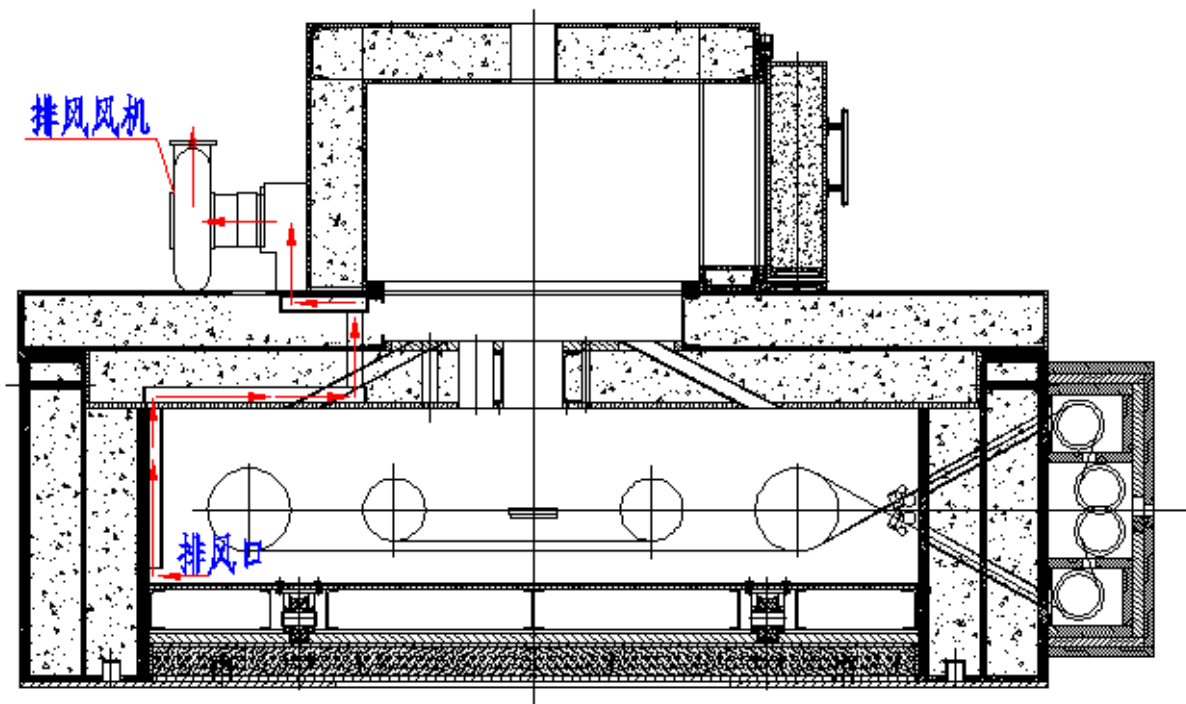


0.5MeV加速器排风路径图

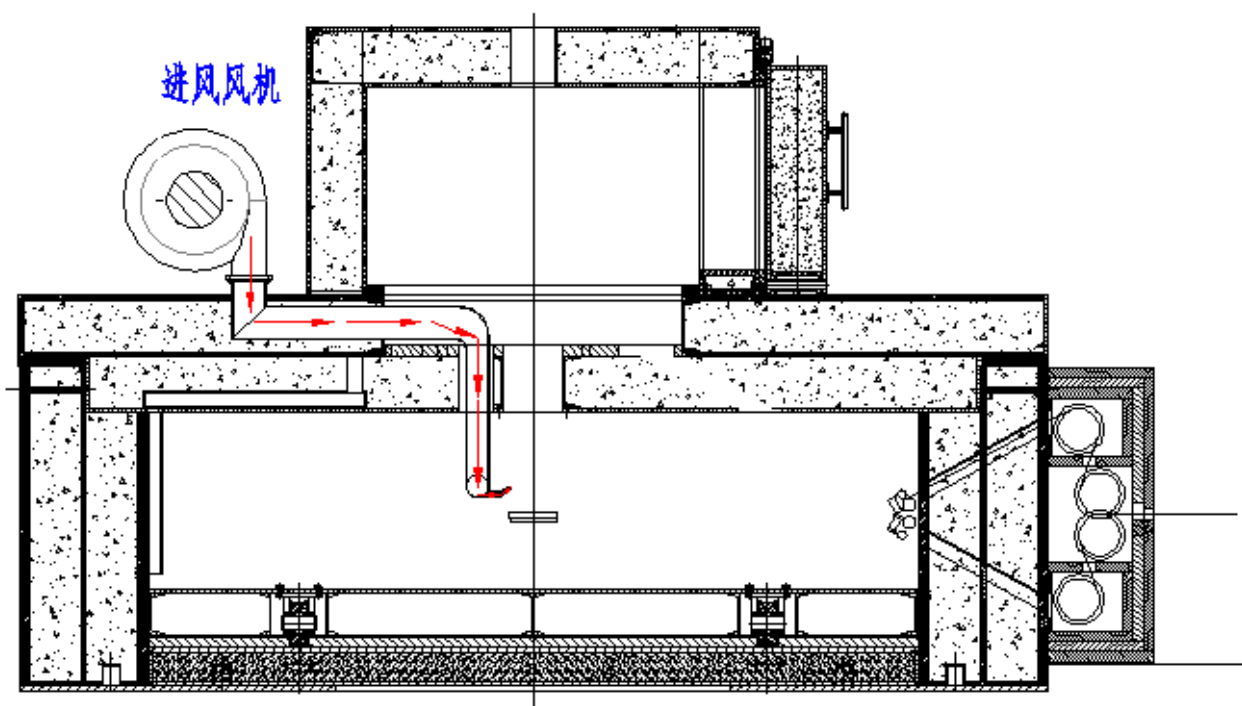


0.5MeV加速器送风路径图

附图 10 0.5MeV 加速器风管走向图



1.0MeV加速器排风路径图



1.0MeV加速器送风路径图

附图 11 1.0MeV 加速器风管走向图